

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198933

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

H04J 15/00

H04J 3/00

H04Q 7/36

(21)Application number : 2001-377661

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 01.07.1998

(72)Inventor : DOI YOSHIHARU

(30)Priority

Priority number : 09295405
10045180Priority date : 28.10.1997
26.02.1998

Priority country : JP

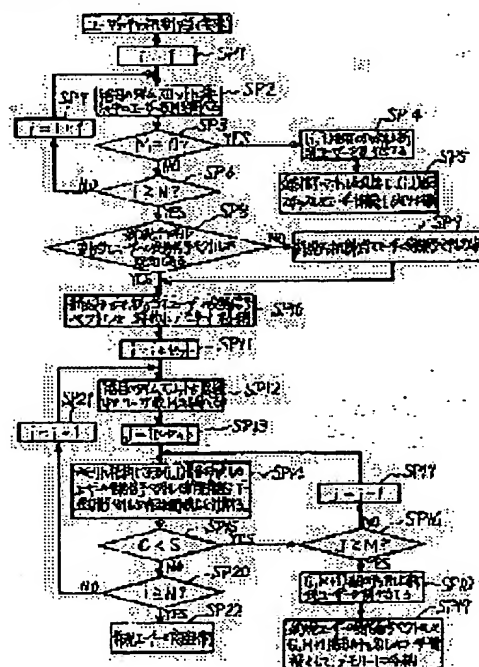
JP

(54) TRANSMITTING CHANNEL ASSIGNMENT METHOD AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a PDMA channel assignment method which can set a channel to a user who requests a connection using either a receiving signal coefficient vector, a weight vector, or an arriving direction.

SOLUTION: According to this method, a channel of i -th time-slot which is not used by other users is assigned to a new connection-requesting user, and the receiving signal coefficient vector at the time is measured and is memorized in a memory; if a user's channel already connected is interfered by the new user's channel comparing the receiving signal coefficient vector of the user's channel already connected and the one of the new user's channel, the other channel is assigned to the new user.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3561705

[Date of registration]

04.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-198933
(P2002-198933A)

(43)公開日 平成14年7月12日(2002.7.12)

(51) InI.CI. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
H 0 4 J 15/00		H 0 4 J 15/00	5 K 0 2 2
3/00		3/00	Z 5 K 0 2 8
H 0 4 Q 7/36		H 0 4 B 7/26	1 0 5 D 5 K 0 6 7

審査請求 有 請求項の数10 O.L (全 40 頁)

(21)出願番号	特願2001-377661(P2001-377661)
(62)分割の表示	特願平10-186312の分割
(22)出願日	平成10年7月1日(1998.7.1)
(31)優先権主張番号	特願平9-295405
(32)優先日	平成9年10月28日(1997.10.28)
(33)優先権主張国	日本(JP)
(31)優先権主張番号	特願平10-45180
(32)優先日	平成10年2月26日(1998.2.26)
(33)優先権主張国	日本(JP)

(71)出願人 000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号

(72)発明者 土居 義晴
大阪府守口市京阪本通 2丁目 5番 5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 100111383
弁理士 芝野 正雅

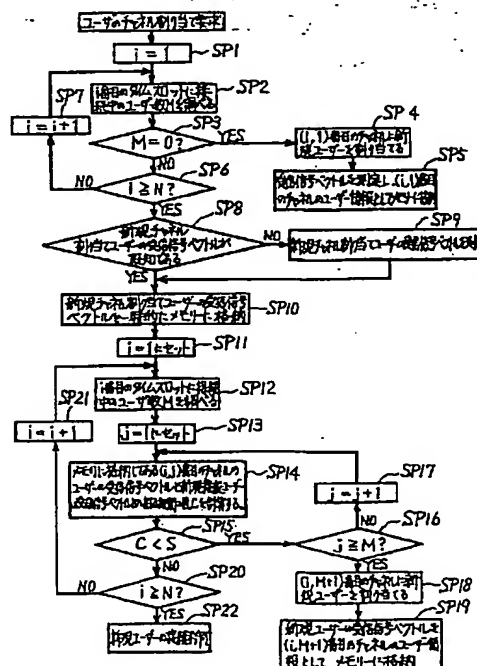
Fターム(参考) 5K022 FF00
5K028 AA06 BB06 KK01 LL02
5K067 AA03 AA11 BB04 CC01 CC04
EE02 EE10 JJ11 JJ17

(54) 【発明の名称】 伝送チャネル割当方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 受信信号係数ベクトル、ウェイトベクトル、到来方向のいずれかをを用いて、接続を要求するユーザに対してチャネルの設定が可能なP D M Aチャネル割当方法を提供する。

【解決手段】 ユーザに対してi番目のタイムスロットの他のユーザが使用していないチャンネルを割当て、そのときの受信信号係数ベクトルを測定してメモリに記憶しておき、既に接続中のユーザのチャンネルの受信信号係数ベクトルと新規ユーザの受信信号係数ベクトルとを比較し、干渉するようであれば新規ユーザのチャンネルを別のチャンネルに割当てる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ユーザが多重接続を用いて端末装置でデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための方法であって、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有していて、前記ユーザがチャンネル割り当要求を出したとき、時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割り当てて、空きスロットがなくなったときバス多重方向の空きスロットのチャンネルを割り当てることを特徴とする、伝送チャンネル割り当方法。

【請求項2】 バス多重方向のチャンネルの割り当を時間軸方向にタイミングをずらしながら行なうことを特徴とする、請求項1に記載の伝送チャンネル割り当方法。

【請求項3】 ユーザが多重接続を用いて端末装置でデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための方法であって、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有していて、前記ユーザがチャンネル割り当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割り当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割り当てることを特徴とする、伝送チャンネル割り当方法。

【請求項4】 ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための方法であって、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割り当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割り当てることを特徴とする、伝送チャンネル割り当方法。

【請求項5】 ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための方法であって、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有していて、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割り当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割り当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャンネルを割り当てることを特徴とする、伝送チャンネル割り当方法。

【請求項6】 送信側のユーザに接続の優先度が予め付されており、割り当てるべき空きチャンネルが存在しない場合に、優先度の低い既存のユーザのチャンネルを、干渉を実質的に除去できる限りにおいて優先度の高い新規ユーザに強制的に割り当てることを特徴とする、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の伝送チャンネル割り当方法。

【請求項7】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための装置であって、前記ユーザがチャンネル割り当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割り当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割り当てる手段を備えた、伝送チャンネル割り当装置。

【請求項8】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための装置であって、前記ユーザがチャンネル割り当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割り当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割り当てる手段を備えた、伝送チャンネル割り当装置。

【請求項9】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割り当てるための装置であって、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定し、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割り当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割り当てる手段を備えた、伝送チャンネル割り当装置。

【請求項10】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合

に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てるための装置であって、

前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てる手段を備えた、伝送チャンネル割当装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は伝送チャンネル割当方法およびその装置に関し、特に、PDMA (Path Division Multiple Access) 方式の通信システムにおいて、複数のユーザが同一周波数および同一時刻のチャンネルを使用して音声や映像などのデータを送受信する場合に、接続を要求するユーザに、伝送に使用するチャンネルを割当てるための伝送チャンネル割当方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、急速に発達しつつある携帯型電話機のような移動通信システムにおいて、周波数の有効利用を図るべく種々の伝送チャンネル割当方法が提案されており、その一部のものは実用化されている。図38は周波数分割多重接続 (Frequency Division Multiple Access: FDMA)、時分割多重接続 (Time Division Multiple Access: TDMA) およびPDMAの各種の通信システムにおけるチャンネルの配置図である。まず、図38を参照して、FDMA、TDMAおよびPDMAについて簡単に説明する。図38(a)はFDMAを示す図であって、異なる周波数 $f_1 \sim f_4$ の電波でユーザ1～4のアナログ信号が周波数分割されて伝送され、各ユーザ1～4の信号は周波数フィルタによって分離される。

【0003】図38(b)に示すTDMAにおいては、各ユーザのデジタル化された信号が、異なる周波数 $f_1 \sim f_4$ の電波で、かつ一定の時間 (タイムスロット) ごとに時分割されて伝送され、各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とにより分離される。一方、最近では、携帯型電話機の普及により電波の周波数利用効率を高めるために、PDMA方式が提案されている。このPDMA方式は、図38(c)に示すように、同じ周波数における1つのタイムスロットを空間的に分割して複数のユーザのデータを伝送するものである。このPDMAでは各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とアダプティブアレイなどの相互干渉除去装置とを用いて分離される。

【0004】図39は従来のPDMA用基地局の受信システムを示す図である。この例では、ユーザ1と2とを識別するために、4本のアンテナ3～6が設けられていて、それぞれのアンテナの出力は周波数変換回路7～1

0に与えられて局部発振信号 L_0 によって周波数変換され、A/D変換器11によってデジタル信号に変換されてDSP (Digital Signal Processor) 12に与えられる。

【0005】DSP 12にはチャンネル割当基準計算機121とチャンネル割当装置122とアダプティブアレイ131と132とが設けられている。チャンネル割当基準計算機121は2人のユーザ信号がアダプティブアレイによって分離可能かどうかを予め計算し、その計算結果に応じてチャンネル割当装置122は、周波数と時間とを選択するユーザ情報を含むチャンネル割当情報を各アダプティブアレイ131、132に与える。アダプティブアレイ131、132はたとえば図40に示すような信号合成回路で構成され、特定のユーザの信号のみを選択する働きにより各ユーザごとの信号を分離する。

【0006】図40は従来のアダプティブアレイのブロック図である。この例では、複数のユーザ信号を含む入力信号から希望するユーザの信号を抽出するため、4つの入力ポート14～17が設けられていて、各入力ポート14～17に入力された信号がウエイトベクトル計算機18と乗算器20～23とに与えられる。ウエイトベクトル計算機18は、入力信号と予めメモリ19に記憶されている特定のユーザの信号に対応したトレーニング信号あるいは加算器24の出力を用いて、ウエイトベクトル $w_1 \sim w_4$ を計算する。乗算器20～23は各入力ポート14～17の入力信号とウエイトベクトル $w_1 \sim w_4$ とをそれぞれ乗算し、加算器24へ送る。加算器24は乗算器20～23の出力信号を加算して出力ポート25および (あるいは) ウエイトベクトル計算機18へ出力信号を送る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ここで、PDMA通信における受信信号ベクトルについて簡単に説明する。2つのアンテナのそれぞれにユーザ1から $A_{s1}(t)$ と $B_{s1}(t)$ という信号が受信されると、それぞれのアンテナの受信信号 $x_1(t)$ と $x_2(t)$ は次式で表わされる。

$$x_1(t) = A_{s1}(t) + n_1(t)$$

$$x_2(t) = B_{s1}(t) + n_2(t)$$

上述の式でA、Bはユーザ1から送信され、各アンテナに受信された信号の係数であり、 $n_1(t)$ 、 $n_2(t)$ はノイズ成分である。ここで、ユーザ1の受信信号ベクトルU1は次式で表わされる。

【0009】

【数1】

$$U1 = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}$$

【0010】一方、上述の2つのアンテナにユーザ2からの $C_{s2}(t)$ と $D_{s2}(t)$ という信号が受信され

ると、各アンテナの受信信号 $x_1(t)$ と $x_2(t)$ とは次式で表わされる。

$$x_1(t) = A s_1(t) + C s_2(t) + n_1(t)$$

$$x_2(t) = B s_1(t) + D s_2(t) + n_2(t)$$

ここで、ユーザ2の受信信号ベクトル U_2 は次式で表わされる。

【0011】

【数2】

$$U_2 = \begin{bmatrix} C \\ D \end{bmatrix}$$

【0012】ユーザが1人の場合、受信信号ベクトル U_1 は簡単に求まるが、ユーザが2人になると信号が混じり合うため、それぞれの信号を分離するのが困難となる。また、ユーザが1人であっても複数の受信信号が到来することもある。受信信号ベクトル U_1 、 U_2 の相関値が小さい値であれば、2人のユーザからの信号は、図40に示したアダプティブアレイで分離できるので、同一の周波数および同一時刻（タイムスロット）に属するチャンネルを使用して通信を行なうことが可能となる。しかし、受信信号ベクトル U_1 、 U_2 の相関値が大きい場合、アダプティブアレイでの分離が困難となるため、同一の周波数および同一時刻（タイムスロット）に属するチャンネルを使用して通信を行なうことができなくなる。

【0013】次に、ウエイトベクトルについて説明する。2つのアンテナにユーザ1の信号 $s_1(t)$ とユーザ2の信号 $s_2(t)$ が受信されると、次式が得られる。

$$x_1(t) = A s_1(t) + C s_2(t) + n_1(t)$$

$$x_2(t) = B s_1(t) + D s_2(t) + n_2(t)$$

ここで、図47のアダプティブアレイ131がチャンネル割当装置122からの情報に従いユーザ1の信号を抽出する場合、すなわち、図48に示されたアダプティブアレイにおいて、入力ポート14、15にそれぞれ $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ が入力され、ウエイトベクトル計算機18がユーザ1の信号を抽出するように理想的なウエイト w_{11} 、 w_{12} を計算する場合、出力信号 $y_1(t)$ は次式で表わされる。

$$【0014】 y_1(t) = w_{11}(t) x_1(t) + w_{12}(t) x_2(t)$$

$$= s_1(t) + n(t)$$

ここで、ユーザ1のウエイトベクトル W_1 は次式で表わされる。

$$W_1 = [w_{11}, w_{12}]^T$$

一方、同様に図47のアダプティブアレイ132がチャンネル割当装置122からの情報に従いユーザ2の信号を抽出する場合、出力信号 $y_2(t)$ は次式で表わされる。

$$【0015】 y_2(t) = w_{21}(t) x_1(t) + w_{22}(t) x_2(t)$$

$$= s_2(t) + n(t)$$

ここで、ユーザ2のウエイトベクトル W_2 は次式で表わ

される。

$$W_2 = [w_{21}, w_{22}]^T$$

この2人ユーザのウエイトベクトルの相関値が大きい場合には、アダプティブアレイ131、132を用いても2人のユーザの分離は困難となるため、同一の周波数および同一の時刻に属するチャンネルを使用して通信を行なうことはできなくなる。

【0016】一方、最近の携帯型電話機の急速な普及により、チャンネルの利用効率は限界に近づきつつあり、将来、利用可能な伝送チャンネル数をユーザからの割当要求が上回る事態が予想される。このような事態に、何らかの合理的な取決めをもって望まなければ、移動通信システムの運用自体に大きな混乱が生じてしまうおそれがある。

【0017】それゆえに、この発明の他の目的は、チャンネルの利用効率が限界に達した場合に合理的な伝送チャンネルの割当が可能な伝送チャンネル割当方法およびその装置を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャンネルを有していて、ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったときパス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、

【0019】請求項2に係る発明では、パス多重方向のチャンネルの割当を時間軸方向にタイミングをずらしながら行なう。請求項3に係る発明では、ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、パス多重方法の空きスロットのチャンネルを割当て、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、

【0020】請求項4に係る発明では、多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送受信する場合に、非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、非対応の端末装置からの要求に応じて特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割当てて、

【0021】請求項5に係る発明では、非対応の端末装置からの要求に応じて特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットを割当て、空きスロットがなくなったとき、パス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、請求項6に係る発明では、送信側のユーザに接続の優先度が予め付されており、割当てべき空きチャンネルが存在しない場合に、優先度の低い既存のユーザのチャンネルを、干渉を実質的に除去できる限りにおいて優先度の高い新規ユーザに強制的に割当てて、

【0022】請求項7に係る発明では、複数のアンテナ

と複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記ユーザがチャネル割当要求を出したとき、パス多重方向の空きスロットのチャネルを割当て、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当てる手段を備えて構成される。

【0023】請求項8に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記ユーザがチャネル割当要求を出したとき、パス多重方向の空きスロットのチャネルを割当て、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当てる手段を備えて構成される。

【0024】請求項9に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定し、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャネルを割当てる手段を備えて構成される。

【0025】請求項10に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャネルを割当てる手段を備えて構成される。

【0026】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の第1の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この発明では、同一時間、同一周波数に属する複数のチャ

ネルをタイムスロットと総称し、図1の例では3個のタイムスロット1〜3が示されている。また、同一タイムスロット内で到来方向別に分離できる複数のユーザが通信しているとき、各ユーザが使用しているエリアをチャネルと称し、図1の例では合計9個のチャネルが示されている。この発明の第1の実施形態では、新規ユーザに対してi方向（時間方向）に順次チャネルを割当てて空きタイムスロットを埋め、空きスロットがなくなると、j方向にチャネルを割当て（あるいはj方向にチャネルを変更して）パス多重を開始する。

【0027】図2はこの発明の第2の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この実施形態では、j方向に順次チャネルを割当てて1番目のタイムスロット1をパス多重で埋め、パス多重できなくなると、次のタイムスロット2でj方向に順次チャネルを割当てる。図3はこの発明の第3の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この実施形態では、特定のタイムスロット（たとえばタイムスロット1）を、PDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用として予め確保しておく。このタイムスロットは、PDMAのプロトコルに未対応であるため、1タイムスロットに1ユーザしか接続できない。

【0028】接続要求端末装置がPDMA対応であれば、i方向に順次チャネルを割当ててPDMA用の空きタイムスロットを埋め、PDMAの空きスロットがなくなると、j方向にチャネルを割当ててパス多重を開始する。そして、接続要求端末装置がPDMA未対応であれば、PDMA未対応端末専用スロットを割当てる。図4はこの発明の第4の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この図4に示した実施形態は、図1と同様にして新規ユーザに対してi方向（時間方向）に順次チャネルを割当てて空きスロットを埋め、空きスロットがなくなるとj方向にチャネルを割当てるが、j方向に割当てる際にタイムスロットの接続タイミングがi方向にずらされている（ $T(1) \rightarrow T(2) \rightarrow T(3)$ ）。このようにタイムスロットを時間的にずらせることによって、各タイムスロットの識別がしやすくなり、パスの分離がより容易になる。

【0029】図5はこの発明の第5の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この図5に示した実施形態は、図3と同様に、特定のタイムスロット（たとえばタイムスロット1）をPDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用として予め確保しておく。したがってこのタイムスロットはPDMAのプロトコルに未対応であるため、1タイムスロットに1ユーザしか接続できない。そして、接続要求端末装置がPDMAに対応していれば、j方向に順次チャネルを割当て、1番目のタイムスロット2をパス多重で埋めて、パス多重できなくなると、i方向すなわち次のタイムスロット3にチャネルを割当てる。接続要求端末装置がPD

MA未対応であれば、PDMA未対応端末専用タイムスロットに割当てて。

【0030】図6はこの発明の第6の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。前述の図3および図5の実施形態では、PDMA未対応の端末装置に対して専用のタイムスロット（タイムスロット1）を割当てようとしたが、この図6に示した実施形態では、PDMA未対応の端末装置に対してタイムスロットを適宜決定する。すなわち、接続要求があると、その端末装置がPDMA対応であるか否かを調べ、PDMA未対応であれば、適宜空いているタイムスロットをPDMA用未対応端末用チャネルと決定する。一方、接続要求があった端末装置がPDMA対応であれば、既に割り振られたPDMA用タイムスロットに接続できれば接続し、接続できなければ他の空きタイムスロットをPDMA端末用に割り振って接続させる。

【0031】図7は、図1に示した第1の実施形態によるチャネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。このフローチャートに基づくプログラムは、図39に示したチャネル割当基準計算機121によって実行される。図7において、新規にユーザからチャネル割当要求があると、ステップ（図示ではSPと略称する）SP1において、図1に示したi方向（時間方向）に $i=1$ がセットされ、ステップSP2において、1番目のタイムスロット1に接続中のユーザ数Mが調べられる。そして、ステップSP3で、接続中のユーザ数Mが0か否かが判別される。

【0032】タイムスロット1のユーザ数Mが0であれば、図1に示したチャネル（1，1）は空きチャネルであることがわかるので、ステップSP4において、そのチャネル（1，1）に、このユーザが割当てられる。このユーザは以後、チャネル（1，1）を伝送チャネルとして通信を行なうことになる。また、ステップSP5では、このチャネル（1，1）における当該ユーザからの受信信号の受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報として図示しないメモリに記憶される。この受信信号ベクトルの測定方法については後で説明する。

【0033】一方、ステップSP3で、タイムスロット1に接続中のユーザ数Mが0でないことが判別されると、少なくともチャネル（1，1）は既にあるユーザとの伝送に割当てられていることがわかるので、次のタイムスロット2のチャネル（2，1）での割当の可能性を調べる必要がある。このため、まずステップSP6において、ステップSP1において設定した $i=1$ が、1つの周波数に対して予め決められているタイムスロット数Nよりも大きいかが否かが判別される。Nは、たとえばPHSでは通常3に設定されており、先に述べたようにこの発明の各実施形態においてもN=3に設定されているものとする。

【0034】 $i (=1)$ は $N (=3)$ よりも小さい

め、ステップSP7において i は1だけインクリメントされて $i=2$ にセットされ、ステップSP2において2番目のタイムスロット2に接続中のユーザ数Mが調べられる。そして、ステップSP3でユーザ数Mが0か否かが判別される。タイムスロット2のユーザ数Mが0であれば、図1に示したチャネル（2，1）は空きチャネルであることがわかるので、ステップSP4において、そのチャネル（2，1）に、この新規ユーザが割当てられる。このユーザは以後、チャネル（2，1）を伝送チャネルとして通信を行なうことになる。また、ステップSP5では、このチャネル（2，1）における当該ユーザからの受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報としてメモリに記憶される。

【0035】一方、ステップSP3で、タイムスロット2に接続中のユーザ数Mが0でないことが判別されると、少なくともチャネル（2，1）は既にあるユーザとの伝送に割当てられていることがわかるので、次のタイムスロット3のチャネル（3，1）への割当の可能性を調べる必要がある。以下、ステップSP2～SP7を繰返し、 i 方向の i 番目のタイムスロット i のユーザ数Mが0であれば、当該ユーザはそのタイムスロットのチャネル（ i ，1）に割当てられ（SP4）、そのユーザの受信信号ベクトルが測定され、メモリに記憶されることになる（ステップSP5）。

【0036】一方、 $N (=3)$ 番目のタイムスロットNに至っても空きスロットが見つからない場合、すなわちタイムスロットNのチャネル（N，1）が空きチャネルでない場合には、ステップSP6で $i=N$ が判別され、ステップSP8に進む。ステップSP8では、現在割当要求を行なっている当該ユーザの受信信号ベクトルが既知であるかあるいは未知であるかが判別される。すなわち、割当要求を行なっている当該ユーザが、過去にチャネルへの割当を既に受けているユーザであることが特定されれば、先行するチャネルへの接続時に既に受信信号ベクトルが測定され記憶されているので、その受信信号ベクトルは既知である。一方、割当要求を行なっている当該ユーザが、チャネルへの初めての割当を要求しているユーザであることが特定されれば、その受信信号ベクトルは未知であるため、ステップSP9においてその受信信号ベクトルが測定される。

【0037】新規に割当要求を行なっている当該ユーザの既知の受信信号ベクトルまたはステップSP9で新たに測定された受信信号ベクトルが、以下に説明する処理のために、ステップSP10において、メモリに一時的に記憶される。この第1の実施形態では、ステップSP6において、 i 方向に空きタイムスロットがないことが判別された場合、 j 方向にチャネルの割当を行なうことにより、同一タイムスロット内のいわゆるパス多重を開始することになる。

【0038】そのためには、同一タイムスロット内にお

いて、既にチャンネルに接続している既存のユーザの信号と、パス多重で割当を要求している新規のユーザの信号とが干渉するかどうかを判別する必要がある。まず、ステップSP11において、 i 方向に $i = 1$ がセットされ、ステップSP12において、1 番目のタイムスロット1に接続中のユーザ数Mが調べられる。そして、ステップSP13において、 j 方向（パス多重方向）に $j = 1$ がセットされる。

【0039】そして、SP14において、前述のステップSP4において測定されかつステップSP5においてメモリに記憶された受信信号ベクトルのうち、チャンネル（ $i = 1, j = 1$ ）の受信信号ベクトルと、ステップSP10でメモリに一時的に記憶された、現在割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルとが読出されて、それらの間の相互相関値Cが計算される。

【0040】次に、ステップSP15において、ステップSP14において計算された相互相関値Cが、信号間の干渉の発生の判断基準となるある基準値S（Sは0よりも大きく1よりも小さい）よりも小さいかが判別される。そして、相互相関値Cが基準値Sよりも小さいと判別されれば、既に接続されているチャンネル（1, 1）の既存のユーザの信号と、割当を要求している新規ユーザの信号との間には実質的に干渉が生じないものと判断する。

【0041】この場合には、ステップSP16において、ステップSP13で設定した $j = 1$ が、ステップSP12で調べられたユーザ数M以上かが判別される。タイムスロット1においてチャンネル（1, 1）だけが既存のユーザと接続中であれば、 $j = M = 1$ であるため、ステップSP18に進み、タイムスロット1のチャンネル（ $i = 1, M + 1 = 2$ ）に新規ユーザの伝送チャンネルが割当てられ、タイムスロット1内のパス多重が行なわれる。そして、ステップSP19で、このチャンネル（1, 2）における当該ユーザからの受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報として図示しないメモリに記憶される。

【0042】一方、タイムスロット1において既にパス多重が行なわれていて2以上のユーザが接続している場合には、ステップSP16で j がM以上でないことが判別され、ステップSP17で j を1だけインクリメントしてステップSP14に戻り、メモリに記憶されているチャンネル（1, 2）の受信信号ベクトルと、新規ユーザの受信信号ベクトルとの相互相関値Cが計算される。そして、相互相関値Cが基準値Sよりも小さいことがステップSP15で判別され、 j がM以上であることがステップSP16で判別されれば、ステップSP18でチャンネル（1, $M + 1$ ）に当該新規ユーザの伝送チャンネルが割当てられる。

【0043】一方、ステップSP15において、相互相関値Cが基準値Sよりも小さくないと判別されれば、タ

イムスロット1において既に接続しているチャンネルの既存のユーザの信号と、割当要求している新規ユーザの信号との間には実質的に干渉が生じるものと判断する。この場合には、次のタイムスロット2におけるパス多重の可能性を調べる必要がある。

【0044】このため、ステップSP20において、ステップSP11で設定した $i = 1$ がタイムスロット数N（ $= 3$ ）以上かが判別され、 i （ $= 1$ ）はN（ $= 3$ ）よりも小さいため、ステップSP21において i は1だけインクリメントされて $i = 2$ にセットされる。そして、ステップSP12～ステップSP15の処理を反復し、相互相関値Cが基準値Sよりも小さくなければ、ステップSP20で $i = N$ （ $= 3$ ）が判別されるまで、 i を1ずつインクリメントしながらステップSP12～ステップSP15の処理が繰返される。相互相関値Cが基準値Sよりも小さいタイムスロットが見つければ、ステップSP16～SP18において、チャンネル（1, $M + 1$ ）に新規ユーザが割当てられる。一方、ステップSP20で $i = N$ （ $= 3$ ）が判別されるまで、相互相関値Cが基準値Sよりも小さいタイムスロットが見つからなければ、いずれのタイムスロットにおいてもパス多重はできないものとして、ステップSP22において当該新規ユーザの接続は不許可となる。

【0045】以上のように、この発明の第1の実施形態によれば、同一タイムスロット内の接続中の既存のユーザの信号との干渉が生じない限り、新規ユーザに対し j 方向のパス多重を行ない、タイムスロットの空きを埋めている。なお、上述の実施形態では、受信信号ベクトルをチャンネル割当基準の計算に用いるようにしたが、これに限ることなくウエイトベクトルまたは到来方向ベクトルを並列的に用いてチャンネル割当基準を計算するようにしてもよい。

【0046】図8は図7に示した第1の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、図7に示したステップSP8～SP10の動作を、ユーザのチャンネル割当要求があれば、直ちに行なうようにしたものである。それ以外のステップSP1～SP6, SP11～SP22の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0047】図9は図7に示した第1の実施形態の他の変形例を示すフローチャートである。この例はチャンネル割当基準にウエイトベクトルを用いるようにしたものであり、図7のステップSP5, SP8, SP9, SP10, SP14, SP19における受信信号ベクトルを、ステップSP31～SP36でウエイトベクトルに置き換えたものである。それ以外の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0048】図10は図9に示した実施形態のさらなる変形例を示すフローチャートである。この例は、図8の変形例と同様に、図9に示したステップSP32～SP

34の動作を、ユーザのチャンネル割当要求があれば直ちに行なうものである。それ以外の動作は図9と同じであるので、説明を省略する。図11は図7に示した第1の実施形態のさらに他の変形例を示すフローチャートである。この例はチャンネル割当基準にユーザ信号の到来方向を用いるようにし、信号間の干渉発生基準値を角度差 S (S は0度から360度)としたものであり、図7のステップSP5, SP8, SP9, SP10, SP14, SP19における受信信号ベクトルを、ステップSP37~SP42でユーザ信号の到来方向に、ステップSP14における相互相関値をステップSP41で到来角度差にそれぞれ置き換えたものである。それ以外の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0049】図12は図11に示した実施形態のさらなる変形例を示すフローチャートである。この例も、図8の変形例と同様に、図11のステップSP38~SP40の動作を、ユーザのチャンネル割当要求があれば直ちに行なうものである。それ以外の動作は図11と同じであるので、説明を省略する。図13は図2に示した第2の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図7に示した第1の実施形態のフローチャートでは、ユーザからチャンネル割当要求があると、ステップSP2~SP7のループでタイムスロット1に空きがあるか否かを判別し、空きがあればそのタイムスロット内にチャンネル割当を行ない、空きがなければステップSP7で i を1だけインクリメントし、次のタイムスロットに空きがあるか否かの判別を行なうようにした。

【0050】これに対して、図13に示した第2の実施形態では、タイムスロット1内に接続しているユーザがいなければステップSP2~SP5でその空きのチャンネルにチャンネル割当を行ない、既に接続しているユーザがいれば、ステップSP8~SP10で新規チャンネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルを測定する。ステップSP14で当該タイムスロット内の既存ユーザの信号と新規ユーザの信号との相互相関値 C を計算し、ステップSP15で既存のユーザと新規ユーザとが干渉するか否かを判別する。干渉せずかつタイムスロット内に空きがあればステップSP18でチャンネル($i, M+1$)に新規ユーザのチャンネルを割当てる。干渉する場合にはステップSP21で i を1だけインクリメントしてステップSP2~SP20を反復し、次のタイムスロットにおいてチャンネルの割当、すなわちパス多重を行なうための処理を行なう。

【0051】図14は図13に示した第2の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、ユーザからのチャンネル割当要求があれば、図13のステップSP8~SP10の動作を直ちに実行して、新規チャンネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルを測定してメモリに記憶するようにしたものである。それ以外の

動作は図13と同じであるので、説明を省略する。

【0052】図15は図3に示した第3の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図3で説明したように、この第3の実施形態では、たとえばタイムスロット1がPDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用タイムスロットとして予め確保されている。図15のステップSP51において新規チャンネル割当を要求しているユーザの端末装置がPDMA対応であるか否かを判別し、PDMA対応の端末装置であればステップSP1で $i=k+1$ を設定し、図7の第1の実施形態と同様にしてチャンネル割当を行なう。ここで、 k はPDMA非対応端末専用のタイムスロットの番号であり、PDMA対応の端末装置では k 番目のタイムスロットを避けてチャンネル割当が行なわれる。

【0053】ステップSP51でユーザ端末装置がPDMAに対応していないことが判別されると、ステップ52でPDMA非対応端末専用としてタイムスロット1を設定するために $k=1$ を設定する。ステップSP53において k 番目のタイムスロットに接続中のユーザがあるか否かを判別し、なければステップSP54で k 番目のタイムスロットに新規ユーザを割当てる。しかし、既にユーザがいればステップSP55において $k \geq L$ であるか否かを判別する。ここで、 L は予め決められているPDMA非対応端末専用のタイムスロットの数である。 k が L よりも小さければステップSP56において k を1だけインクリメントし、再びステップSP53で、次のPDMA非対応端末専用タイムスロットに既にユーザがいるか否かを判別する。いなければステップSP54で新規ユーザのチャンネルを割当てる。もし、ステップSP55において $k \geq L$ であればステップSP57において新規ユーザの接続を不許可にする。

【0054】図16は図15に示した第3の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この変形例では、ステップSP51でPDMA対応の端末装置であることを判別した後、ステップSP8~SP10を直ちに実行して新規チャンネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルをメモリに記憶している。その後、ステップSP1~SP7, SP1~SP22の動作を実行する。それ以外の動作は図15と同じであるので、説明を省略する。

【0055】図17は、図4に示した第4の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図4で説明したように、この第4の実施形態では、 j 方向にチャンネルを割当てる際に、チャンネルの接続タイミングが i 方向にずらされている($T(1) \rightarrow T(2) \rightarrow T(3)$)。図17のステップSP43(図7のステップSP4に対応)において、チャンネル($i, 1$)に新規ユーザを割当てる際に、当該チャンネルの接続タイミング $T(1)$ が指定される(たとえば基

準時間 $T(1) = 0$ に指定される)。

【0056】次に、図17のステップSP44(図7のステップSP18に対応)において、チャンネル($i, M+1$)に新規ユーザを割当て際に、チャンネルの接続タイミング($M+1$)が指定される。それ以外の動作は、図7と同じであるので、説明を省略する。図18は図5に示した第5の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図5で説明したように、タイムスロット1がPDMA非対応端末専用タイムスロットとして割当てられており、ステップSP51でPDMA非対応端末装置であることが判別されると、図15の第3の実施形態の説明と同様にして、ステップSP52～SP57が実行される。しかし、PDMA対応の端末装置であれば、図13の第2の実施形態と同じ動作を実行する。すなわち、接続を要求する端末装置がPDMA対応であれば、PDMA非対応端末専用タイムスロット以外のタイムスロットをステップSP18でパス多重で割当てて。そして、パス多重ができなくなると、ステップSP2, 3で次のタイムスロットの空き状態を判別し、ステップSP4でそのタイムスロットの最初のチャンネルに新規ユーザのチャンネルを割当てて

る。

【0057】図19は図18に示した第5の実施形態の変形例を示すフローチャートであり、図18のステップSP8～SP10の処理をステップSP51の後で行なっている。その後のステップSP1～SP5, SP10, SP13～SP22の動作は図18と同じなので、説明を省略する。図20は図6に示した第6の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図6で説明したように、この第6の実施形態では、PDMA未対応端末用のタイムスロットを予め決めておくことなく適宜決定する。このために、ユーザのチャンネル割当要求があると、ステップSP51においてユーザ端末がPDMA未対応端末であるか否かを判別し、PDMA未対応端末であることを判別すると、ステップSP52～SP57を実行してタイムスロットを適宜割当てて。

【0058】一方、ステップSP51でユーザ端末がPDMA対応であることを判別すると、ステップSP1で $i=1$ に設定した後、ステップSP2で i 番目のタイムスロットに接続しているユーザ数 M を調べる。ステップSP3でユーザ数 M が0でなければ、ステップSP60でそのタイムスロットに接続中のユーザ端末がPDMA対応端末であるか否かを判別し、PDMA未対応のユーザであることが判別されれば、ステップSP61で i を1だけインクリメントして他のタイムスロットでのパス多重を実行しようとする。

【0059】図21は図20に示した第6の実施形態の変形例を示すフローチャートである。図21の例は、ステップSP51でPDMA対応のユーザ端末であること

を判別した後、図20に示したステップSP8とSP9の処理を実行するものである。その後のステップSP1以下の動作は図20と同じなので、説明を省略する。以上で、第1ないし第6の基本的な伝送チャンネル割当方法の実施形態の説明を終り、以下のこれらの実施形態に付随する種々の追加の実施の形態について説明する。

【0060】図22は、この発明の第7の実施形態として、通話中のユーザが移動する場合のチャンネル割当の具体的な動作を説明する図である。この第7の実施形態によれば、通信中のユーザが移動することにより2人のユーザの信号間に実質的に干渉が生じ、アクティブアレイを用いてユーザの信号を分離できなくなった場合に、ユーザの伝送チャンネルを、ユーザ同士の間で実質的に干渉しないタイムスロットに移動させるものである。

【0061】すなわち、ユーザの通信中には、相互干渉の監視命令が出され、まずステップSP71で i 方向に $i=1$ がセットされ、ステップSP72において、タイムスロット1に接続中のユーザ数 M が調べられる。そして、ステップSP73で、タイムスロット1に2人以上のユーザが接続されていることが判別されると、タイムスロット1内でユーザ同士の信号の干渉が生じている可能性があるため、そのような干渉の有無を調べる必要がある。

【0062】まず、ステップSP76で j 方向に $j=1$ がセットされてタイムスロット1のチャンネル($1, j$) = ($1, 1$)が指定され、次いでステップSP77で j 方向に $k=j+1=2$ がセットされてタイムスロット1のチャンネル($1, k$) = ($1, 2$)が指定される。次に、これら同一タイムスロットに含まれる2つのチャンネル($1, 1$), ($1, 2$)の間の干渉の有無を判別するために、ステップSP78において、双方のチャンネルに接続されているユーザ信号のウェイトベクトルの相互相関値 C が計算される。

【0063】次に、ステップSP79において、ステップSP78において計算された相互相関値 C が、信号間の干渉の発生の判断基準となる基準値 S よりも小さいかが判別される。そして、相互相関値 C が基準値 S よりも大きければ、同一タイムスロットの2つのチャンネル

($1, 1$), ($1, 2$)に接続している2つのユーザ信号が実質的に干渉しているものと判別され、ステップSP80において、チャンネル($1, 2$)に接続しているユーザ信号を別のチャンネルに割当ててため、プログラムは前述の第1ないし第6の実施の形態のいずれかのチャンネル割当方法のルーチンに進む。

【0064】そして、ステップSP81において、 k がタイムスロット1のユーザ数 M 以上でないことが判別されれば、ステップSP82において k を1だけインクリメントして、ステップSP78においてチャンネル($1, 1$), ($1, 3$)に接続しているユーザ信号のウェイトベクトルの相互相関値 C が計算される。そして、両者の

間で実質的に干渉しているものと判別されると、前述のようにステップSP80でチャンネルの再割当が行なわれる。

【0065】上述のステップSP78～SP82の処理が繰返されてステップSP81においてkがタイムスロット1のユーザ数Mに達したことが判別されると、ステップSP83でjがM-1以上か否かが判別される。jがM-1に達していなければ、ステップSP84でjが1だけインクリメントされ、以後、ステップSP77～SP82を介してチャンネル(1, 2)とチャンネル(1, k)との間の干渉の有無が判別される。そして、両者の間で干渉しているものと判断されると、前述のようにステップSP80でチャンネルの再割当が行なわれる。

【0066】上述のステップSP77～SP84の処理が繰返され、ステップSP83でjがM-1以上であることが判別されると、タイムスロット1に含まれる2以上のユーザのチャンネルのすべての対の間の実質的な干渉の有無が判断されたことになる。そして、次のタイムスロット2での実質的な干渉の可能性を調べる必要がある。そこで、プログラムはステップSP74に進む。

【0067】一方、ステップSP73で、タイムスロット1に2人以上のユーザが接続されていないことが判別されると、タイムスロット1内ではユーザ同士の信号の干渉がないことがわかるので、次のタイムスロット2での実質的な干渉の可能性を調べる必要がある。そして、この場合にもプログラムはステップSP74に進み、ステップSP71で設定したi=1がタイムスロット数M以上か否かが判別される。ここで、i(=1)はN(=3)よりも小さいため、ステップSP75においてiは1だけインクリメントされてi=2にセットされ、ステップSP72においてタイムスロット2に接続中のユーザ数Mが調べられる。

【0068】以下、上述のステップSP73～SP84が繰返され、N個のタイムスロットのすべてにおいて、ユーザ間の実質的な干渉の有無が判断され、実質的な干渉が判断されると一方のユーザの伝送チャンネルの移動(再割当)が実行される。図23は、図22に示した第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。図22に示した例では、ステップSP80でタイムスロット1のチャンネル(1, k)のユーザを別のチャンネルに移動させた後、ステップSP81, SP82に進み、チャンネル(1, j)を固定したままで、チャンネル(1, k)をj方向にインクリメントするようにしている。これに対し、図23に示した例では、チャンネル(1, k)のユーザの別チャンネルへの移動後に、ステップSP83, SP84に進み、タイムスロット1のチャンネル(1, j), (1, k)の双方をインクリメントするように構成したものである。それ以外の動作は図22と同じであるので、説明を省略する。

【0069】図24は図22に示した第7の実施形態の

変形例を示すフローチャートである。図22に示した例では、ステップ78においてタイムスロット1のチャンネル(1, j)のユーザ信号とタイムスロット1のチャンネル(1, k)のユーザ信号との実質的な干渉を判別するために、双方のユーザ信号のウェイトベクトルの相関値Cを調べるようにしたが、図24に示した例では、ステップSP85で双方のユーザ信号の受信信号ベクトルの相関値Cを調べるようにしたものであり、それ以外の動作は図22と同じであるので、説明を省略する。

【0070】図25は図23に示した実施形態の変形例である。この例は、図24と同様にして、ステップSP85で双方のユーザ信号の受信信号ベクトルの相関値Cを調べるようにしたものである。図26は図22に示した第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、ステップSP86において双方のユーザ信号の到来方向の角度差Cを求めるものである。

【0071】図27は図23に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例も、ステップSP86において双方のユーザ信号の到来方向の角度差Cを求めるものである。図28は通信中に受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。通信中にユーザが移動しているときに、受信信号ベクトルを通信中随時に測定することによって、ユーザ間の信号の干渉量の増減を調べるものである。

【0072】図28は1タイムスロットに1人または2人以上のユーザがいる場合の受信信号ベクトルの更新動作を示している。図28のステップSP91において、1方向にi=1にセットしてタイムスロット1を選択し、ステップSP92でタイムスロット1に接続されているユーザ数Mを調べる。ステップSP93で1以上のユーザがタイムスロット1に接続されていることを判別すると、ステップSP94でユーザが2以上であるか否かを判別する。ステップSP94において、ユーザ数が2より少ないこと、すなわちユーザ数が1であることが判別されれば、ステップSP99においてタイムスロット1の1番目のチャンネル(1, 1)のユーザの受信信号ベクトルを計算してメモリされている値を更新する。このようにユーザ数Mが1の場合の受信信号ベクトルは、図32および図33を参照して後述されるM=1の場合に適用される受信信号ベクトル計算方法を用いて正確に計算される。

【0073】一方、ユーザ数が2以上であればステップSP95でj=1にセットしてタイムスロット1のチャンネル(1, 1)を設定する。ステップSP96においてタイムスロット1のチャンネル(1, 1)のユーザの受信信号ベクトルを計算し、メモリされている値を更新する。このようにユーザ数Mが2以上の場合の受信信号ベクトルは、図30および図31を参照して後述されるM=1またはM≥2の場合に適用される受信信号ベクトル計算方法を用いて正確に計算される。

【0074】そして、ステップSP97において、j方向のチャンネル番号jがユーザ数M以上になったか否かを判別し、以上でなければ、ステップSP98においてjを1だけインクリメントして次のチャンネル(1, j)の受信信号ベクトルを計算してメモリに記憶されている値を更新する。図29も、1タイムスロットにユーザが何人いる場合でも受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。前述の図28ではユーザが1人の場合に限り特別な計算方法を用いているのでステップSP94とSP99の処理が必要であったのに対して、

$$\begin{aligned} X(t) &= [x_1(t), x_2(t)]^T \\ x_1(t) &= h_{11}s_1(t) + h_{12}s_2(t) + n_1(t) \\ x_2(t) &= h_{21}s_1(t) + h_{22}s_2(t) + n_2(t) \end{aligned}$$

ここで、 $x_1(t)$ はi番目のアンテナの受信信号であり、 $s_1(t)$ はi番目のユーザの信号であり、 $n_1(t)$ はi番目のアンテナの熱雑音であり、 h_{ij} はi番目のアンテナに受信されたj番目のユーザ信号の係数を示し、 $[\cdot]^T$ は行列 $[\cdot]$ の転置を表す。

【0076】ここで、アダプティブアレイが良好に動作していると、ユーザ信号を分離し、取出しているため、 $s_1(t)$ はすべて既知となる。そこで、受信信号と既知となったユーザ信号とを掛け合わせ、アンサンブル平均(時間平均)を計算すると、次式で表わされる。

$$E[x_1(t)s_1(t)] = h_{11}E[s_1(t)s_1(t)] + h_{12}E[s_2(t)s_1(t)] + E[n_1(t)s_1(t)]$$

ここで、平均時間が十分長いと、上述の式の右辺第1項の $E[s_1(t)s_1(t)] = 1$ となり、第2項はユーザ1の信号とユーザ2の信号に相関がないため、 $E[s_2(t)s_1(t)] = 0$ となり、第3項はユーザ1の信号と雑音信号に相関がないため、 $E[n_1(t)s_1(t)] = 0$ となるので、1番目のユーザの1番目のアンテナに受信されたベクトル値 h_{11} は次式で計算できる。

$$[0077] E[x_1(t)s_1(t)] = h_{11}$$

以下、アンテナを順番に変えて同様にしてベクトル値 h_{21} は次式で計算できる。

$$E[x_2(t)s_1(t)] = h_{21}$$

これにより、ユーザ1の受信信号ベクトル $R_1 = [h_{11}, h_{21}]^T$ も計算できる。

【0078】図30は上述の各ユーザの受信信号ベクトル計算方法を示すフローチャートである。図30において、ステップSP101で時刻を示すパラメータkを設定し、ステップSP102でアンテナ素子を示すパラメータ $m=1$ 、 $e_a=0$ を設定する。なお、 e_a はアンテナの素子数だけある。ステップSP103で $e_a = e_a + x_a(k)s_j(k)$ を演算する。ここで、 $x_a(k)$ はm番目のアンテナの時刻kの受信信号であり、 $s_j(k)$ はj番目のユーザの変調された信号であり、アダプティブアレイにより分離された信号である。

図29では、ステップSP96で、図30および図31に示される $M=1$ または $M \geq 2$ の場合に適用される計算方法を用いているので、これらの処理を省略しており、それ以外の動作は図28と同じである。

【0075】次に、1個のタイムスロットに2人以上のユーザが接続しているときの各ユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明する。アンテナ素子数を2本とし、1つのタイムスロットに接続中のユーザ数を2人とした場合、受信信号は次式で表わされる。

【0079】ステップSP104で $m \geq$ アンテナ素子数Nか否かを判別し、mがNよりも小さければステップSP105でパラメータmを1だけインクリメントし、ステップSP103、SP104を繰返す。ステップSP104でパラメータmがアンテナ素子数Nと等しくなるかあるいは大きくなると、ステップSP106で時刻を示すパラメータkが時間平均を行なう所定のシンボル数T以上か否かを判別する。大きければステップSP107でkを1だけインクリメントし、次の時刻におけるステップSP102～SP106の処理を繰返す。そして、 $k=T$ になると、ステップSP108で $m=1$ に設定し、ステップSP109で e_a をTで除算して平均値 h_{aj} を求める。ステップSP110で $m \geq N$ でないことを判別すると、ステップSP111でパラメータmを1だけインクリメントし、ステップSP109で次のアンテナ素子の平均値を求める。ステップSP110でパラメータmがNになったことを判別すると、受信信号ベクトル $R_j = [h_{1j}, \dots, h_{Nj}]^T$ を出力する。

【0080】図31は図30に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。前述の図30に示した例では、ステップSP103～SP105のループで各アンテナ素子ごとの受信信号 e_a を加算し、ステップSP109でアンサンブル平均値を求めるようにしたが、この図31に示した例では、ステップSP112で加算とアンサンブル平均を求めるようにしたものであり、それ以外の動作は図30と同じである。

【0081】上述の説明は1個のタイムスロットに1人以上のユーザが接続しているときの各ユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明したが、次に1個のタイムスロットに1人のユーザが接続しているときのそのユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明する。アンテナ素子数を2本とし、接続中のユーザ数を1人とした場合、受信信号は次式で示される。

【0082】

$$\begin{aligned} X(t) &= [x_1(t), x_2(t)]^T \\ x_1(t) &= h_{11}s_1(t) + n_1(t) \\ x_2(t) &= h_{21}s_1(t) + n_2(t) \end{aligned}$$

ただし、 $x_i(t)$ は i 番目のアンテナの受信信号であり、 $s_1(t)$ は 1 番目のユーザの信号であり、 $n_i(t)$ は i 番目のアンテナの熱雑音であり、 h_{ij} は i 番目のアンテナに受信された 1 番目のユーザ信号がフェージングなどの影響を受け、結果として変動した位相と振幅値を示す。 $[\cdot]^T$ は行列 $[\cdot]$ の転置を表す。

【0083】ここで、アダプティブアレイが良好に動作していると、ユーザ信号を分離し、取出しているため、 $s_1(t)$ は既知となる。そこで、受信信号を既知となったユーザ信号 $s_1(t)$ で割算し、アンサンブル平均

$$E[x_i(t) \div s_1(t)] = h_{i1} E[s_1(t) \div s_1(t)] + E[n_i(t) \div s_1(t)]$$

ここで、平均時間が十分長いと、 $E[s_1(t) \div s_1(t)] = 1$ であり、雑音のランダム性により $E[n_i(t) \div s_1(t)] = 0$ なので、1 番目のユーザの 1 番目のアンテナに受信されたベクトル値 h_{i1} が計算できる。

$$【0084】 E[x_i(t) \div s_1(t)] = h_{i1}$$

以下、アンテナを順番に変えて同様に

$$E[x_2(t) \div s_1(t)] = h_{21}$$

となり、ユーザ 1 の受信信号ベクトル $R_1 = [h_{11}, h_{21}]^T$ が計算できる。図 32 は上述の受信信号ベクトル計算方法を実行するためのフローチャートであり、ステップ S P 114 のみが図 30 の S P 103 と異なる。すなわち、ステップ S P 114 において各アンテナ素子ごとに時刻 k の受信信号 $x_{ij}(k)$ を j 番目の変調された信号 $s_j(k)$ で割算したものを受信信号 e_{ij} に加算していき、ステップ S P 109 において T で除算して h_{ij} が求められる。

【0085】図 33 は図 32 の変形例を示すフローチャートであり、図 31 の変形例に対応している。すなわち、図 32 のステップ S P 109 での T による除算をステップ S P 115 で行なうようにしたものであり、それ以外の動作は図 32 と同じである。上述の説明ではいずれも図 39 に示した構成を用いて複数のユーザが通信する場合について説明したが、次に図 34 を参照して 1 人のユーザが複数のパスを利用して通信を行なう場合にチャンネルを割当てる実施形態について説明する。

【0086】図 34 において、DSP 12 内には、図 39 と同様にしてチャンネル割当計算機 121 とチャンネル割当装置 122 とアダプティブアレイ 131 と 132 とが設けられるとともに、データ合成器 123 が設けられる。アダプティブアレイ 131 のユーザ 1 から送信されたチャンネル (1, 1) の信号を抽出し、アダプティブアレイ 132 は、チャンネル (1, 2) を用いて通信している同じユーザ 1 から送信されたチャンネル (1, 1) で送信された信号とは異なる信号を抽出する。この例では、チャンネル (1, 1) の信号として 32 Kbps の信号がデータ合成器 123 に与えられ、チャンネル (1, 2) の

信号として 32 Kbps の信号がデータ合成器 123 に与えられ、データ合成器 123 から 64 Kbps の信号系列に並び換えられたデータが出力される。

【0087】ところで、最近の携帯型電話機の急速な普及により、たとえ上述のような PDMA 方式を採用したとしても、近い将来、周波数の利用効率が限界に達する事態が想定される。すなわち、新規のユーザからの接続要求があっても、どのタイムスロットにも接続可能な空きチャンネルがなく、結局接続不許可になることが予想される。このような事態を放置すれば、移動通信システムの運用に著しい支障が生じることになる。

【0088】このような事態の対策の 1 つとして、加入料金等の差に応じて、ユーザ間に合理的な接続の優先度を設け、空きチャンネルがない場合に、接続状態にある優先度の低いユーザの接続を強制的に切断して当該チャンネルに優先度の高いユーザを割当てる方法が考えられる。図 35 および図 36 は、このようなユーザの優先度に基づくチャンネル割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。図 35 に示したチャンネル割当動作は、以下の点を除いて、基本的に図 7 に示した第 1 の実施形態の動作と同じである。

【0089】すなわち、図 7 の第 1 の実施形態では、ステップ S P 20 で、接続可能な空きチャンネルが N 個のタイムスロットのいずれにも存在しないことが判断されると、ステップ S P 22 で新規ユーザの接続を不許可としている。これに対し、図 35 の実施形態では、ステップ S P 201 で、新規にチャンネル割当を要求しているユーザの予め決められた接続優先度が最下位か否かが判断される。

【0090】最下位であることが判断されると、このユーザには、他のユーザを排除してまでチャンネルが割当てられる余地は全くないため、ステップ S P 202 で接続拒否される。一方、最下位でないことが判断されると、より優先度の低い他のユーザを排除してチャンネルが割当てられる可能性があるため、図 36 の優先ユーザ接続ルーチンに移行する。

【0091】図 36 において、ステップ S P 203 でまず i 方向に $i = 1$ がセットされ、ステップ S P 204 でタイムスロット 1 に接続中のユーザ数 M が調べられ、メモリに格納される。次に、ステップ S P 205 で j 方向に $k = 1$ がセットされ、ステップ S P 206 において、チャンネル $(i, k) = (1, 1)$ に既に接続中のユーザの優先度を調べてメモリに格納する。ステップ S P 207 で k がユーザ数 M 以上でないことが判断されると、ステップ S P 208 で k を 1 だけインクリメントし、チャンネル $(1, 2)$ のユーザの優先度を調べてメモリに格納する。

【0092】このステップ S P 206 ~ S P 208 を繰返し、ステップ S P 207 において k がユーザ数 M に達したことが判断されると、ステップ S P 209 におい

て、タイムスロット1に接続中のすべてのユーザを、優先度の低い順にソートする。ただし、ソート結果はこのルーチンの中でのみ保持されかつ有効であり、実際のチャネル配置の変更を伴わない。

【0093】次に、ステップSP210において、j方向に $k=1$ がセットされ、1つのタイムスロット内の、新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続ユーザ数を示すパラメータNGを0にセットする。ステップSP211において、新規にチャネル割当を要求しているユーザの優先度と、チャネル $(i, k) = (1, 1)$ に接続中のユーザの優先度とが比較される。新規ユーザの優先度の方がチャネル $(1, 1)$ の既存ユーザの優先度よりも低いと判断されると、ステップSP209で当該タイムスロットのユーザは既に優先度の低い順にソートされているので、新規ユーザの優先度は他の接続中のユーザと比較しても低いはずである。そこで、ステップSP212でiがタイムスロット数Nに達したことが判断されるまで、ステップSP213でiを1ずつインクリメントしながらステップSP211での優先度の比較が繰返される。

【0094】一方、ステップSP211で新規ユーザの優先度がチャネル $(1, k)$ の既存ユーザの優先度よりも高いことが判断されると、ステップSP214でj方向に $m=1$ がセットされる。ステップSP215で $m=k$ か否かが判断され、ステップSP216で新規ユーザの受信信号ベクトルと、 $m \neq k$ であるチャネル $(1, m)$ のユーザの受信信号ベクトルとの相互相関値Cが計算される。

【0095】ステップSP217において、ステップSP216において計算された相互相関値Cが、信号間の干渉の発生の判断基準となる基準値Sよりも小さいか否かが判断される。そして、相互相関値Cが基準値Sよりも小さいと判断されると、新規ユーザをタイムスロット1のチャネル $(1, k)$ に割当てても、チャネル $(1, m)$ のユーザ信号との間で実質的に干渉は起こらないことが理解される。

【0096】ステップSP218でmがユーザ数Mに達したことが判断されるまで、ステップSP219でmを1ずつインクリメントしながら、ステップSP215～SP218を繰返し、タイムスロット1内の $m=k$ 以外のすべてのチャネル $(1, m)$ との間で、新規ユーザの信号が実質的な干渉を引き起こさないか否かが判断される。

【0097】そして、ステップSP218でmがユーザ数Mに達し、タイムスロット1内で実質的な干渉の発生がないことが判断されると、ステップSP220で、チャネル $(1, k)$ に接続していたユーザの接続を強制的に切断し、ステップSP221でチャネル $(1, k)$ に新規ユーザを割当てる。そして、ステップSP222で、新規ユーザの受信信号ベクトルをチャネル $(1,$

k)のユーザ情報としてメモリに格納する。

【0098】一方、ステップSP217で、タイムスロット1内のいずれかのチャネル $(1, m)$ に関して、相互相関値Cが基準値Sよりも小さくなく、タイムスロット1内での実質的な干渉の発生が判断されると、ステップSP223で $NG \geq 1$ か否かが判別される。 $NG=0$ にセットされているのでステップSP224でNGを1だけインクリメントし、ステップSP225で $k=m$ としてステップSP211で優先度の判断を行なう。すなわち、同一タイムスロット内で新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続中ユーザが1人見つかったのでその接続ユーザとしか新規ユーザはチャネルの置換をすることができない。そこで、 $k=m$ として2回目の優先度の判定を行なうことにした。

【0099】その後、ステップSP217で $C < S$ が再度判定されると、ステップSP223で $NG \geq 1$ と判定される。すなわち、同一タイムスロット内で新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続中ユーザが2人以上存在していることが判定されたことになる。この場合、新規ユーザをたとえどちらか一方の接続ユーザと置換しても他方のユーザとの実質的な相互干渉量が大きく、結局通話不能となる。したがって、この場合は、新規ユーザに対する当該タイムスロット内での割当は断念し、次のタイムスロットでの割当の可能性を調べることになる。

【0100】そこで、ステップSP212で、iがタイムスロット数Nに達していないと判断されれば、ステップSP213でiを1だけインクリメントして、次のタイムスロットに対し、ステップSP204～SP225の処理を行なう。そして、1つのタイムスロット内のいずれかのチャネルに接続しているユーザよりも新規ユーザの優先度が高いことがステップSP211で判断され、かつそのタイムスロット内の他のチャネルに接続しているユーザとの間で実質的な干渉が生じないことがステップSP214～SP225で確認されれば、当該チャネルの優先度の低いユーザの切断をステップSP220で強制的に切断し、ステップSP221でそのチャネルに新規ユーザを割当てる。

【0101】以上のように、加入料金の差などの合理的理由によりユーザ間の差別化を図ることにより、移動通信システムの周波数利用効率が限界に近づいた状況においても、システムの効率的な運用を図ることが可能となる。次に、図37は、基本的に図22の第7の実施形態に対応し、通信中のユーザが移動することによりユーザの信号間に実質的な干渉が生じた場合に、予め決められた優先度に基づき、別のチャネルに移動させられるべきユーザを決定しようとするものである。

【0102】この図37の例は、以下の点を除いて図22の第7の実施形態と同じである。すなわち、図22の第7の実施形態では、同一タイムスロットに属する2つのチャネル間でユーザ信号の干渉が生じることが判断さ

れた場合に、ステップ S 80 において、チャンネル (i, j) およびチャンネル (i, k) のうちチャンネル (i, k) に接続しているユーザを別のタイムスロットのチャンネルに移動させるようにしている。これに対し、図 37 の実施形態では、同一タイムスロットに属する 2 つのチャンネル間で実質的な干渉の発生が判断された場合、これら 2 つのチャンネルにそれぞれ接続しているユーザの優先度を比較し、優先度の低い方のユーザを、別のタイムスロットのチャンネルに移動させるように制御している。したがって、優先度の高い方のユーザは接続中の

【0103】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、各ユーザの受信信号ベクトル、ウエイトベクトルまたは到来方向のいずれかを使用して干渉除去装置を用いて干渉を除去できるチャンネルをユーザに割当てることができる。また、通信中のユーザが移動しているとき、各ユーザの

【0104】さらに、PDM A 非対応の端末装置に対して、特定のタイムスロットを予め設定しておき、PDM A 対応、非対応の端末装置からの要求があっても、PDM A 非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを割当てることができる。さらに、チャンネルの利用効率が

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 2】この発明の第 2 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 3】この発明の第 3 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 4】この発明の第 4 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 5】この発明の第 5 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 6】この発明の第 6 の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図 7】図 1 に示した第 1 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】第 1 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 9】第 1 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 10】図 9 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 11】第 1 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 12】図 11 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 13】図 2 に示した第 2 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 14】第 2 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 15】図 3 に示した第 3 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 16】第 3 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 17】図 4 に示した第 4 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 18】図 5 に示した第 5 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 19】第 5 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 20】図 6 に示した第 6 の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 21】第 6 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 22】第 7 の実施形態の動作を説明するフローチャートである。

【図 23】第 7 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 24】第 7 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 25】図 23 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 26】第 7 の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 27】図 23 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 28】通信中に受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図 29】通信中の受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図 30】1 タイムスロットに 1 ユーザしかいない場合の受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図 31】図 30 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図 32】1 個のタイムスロットに 1 人のユーザが接続しているときのそのユーザの受信信号ベクトル計算方法を示すフローチャートである。

【図 33】図 31 に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図34】1人のユーザが複数のバス多重チャネルを利用して通信を行なう場合の実施形態を示す図である。

【図35】優先度に基づくチャネル割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

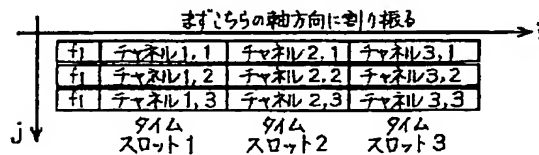
【図36】優先度に基づくチャネル割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

【図37】優先度に基づくチャネル再割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

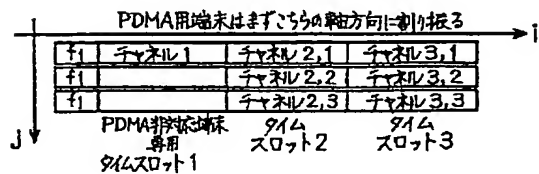
【図38】FDMA, TDMAおよびPDMAにおけるユーザ信号の配置図である。

【図39】従来のPDMA用基地局の受信システムを示す図である。

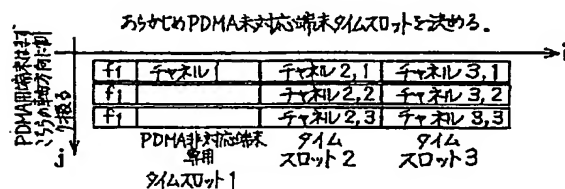
【図1】



【図3】



【図5】



【図40】従来のアダプティブアレイのブロック図である。

【符号の説明】

3～6 アンテナ

7～10 周波数変換回路

11 A/D変換器

12 DSP

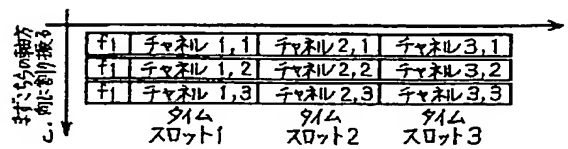
121 チャネル割当基準計算機

122 チャネル割当装置

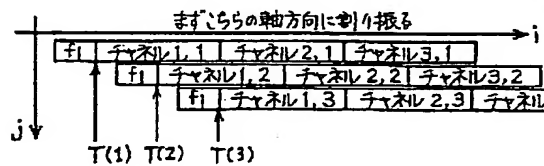
10 123 データ合波器

131, 132 アダプティブアレイ

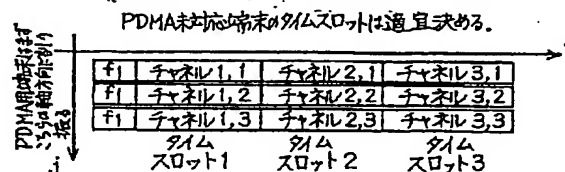
【図2】



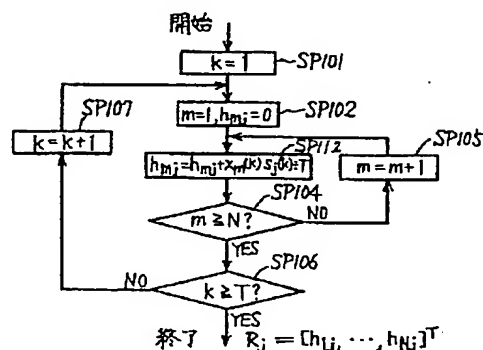
【図4】



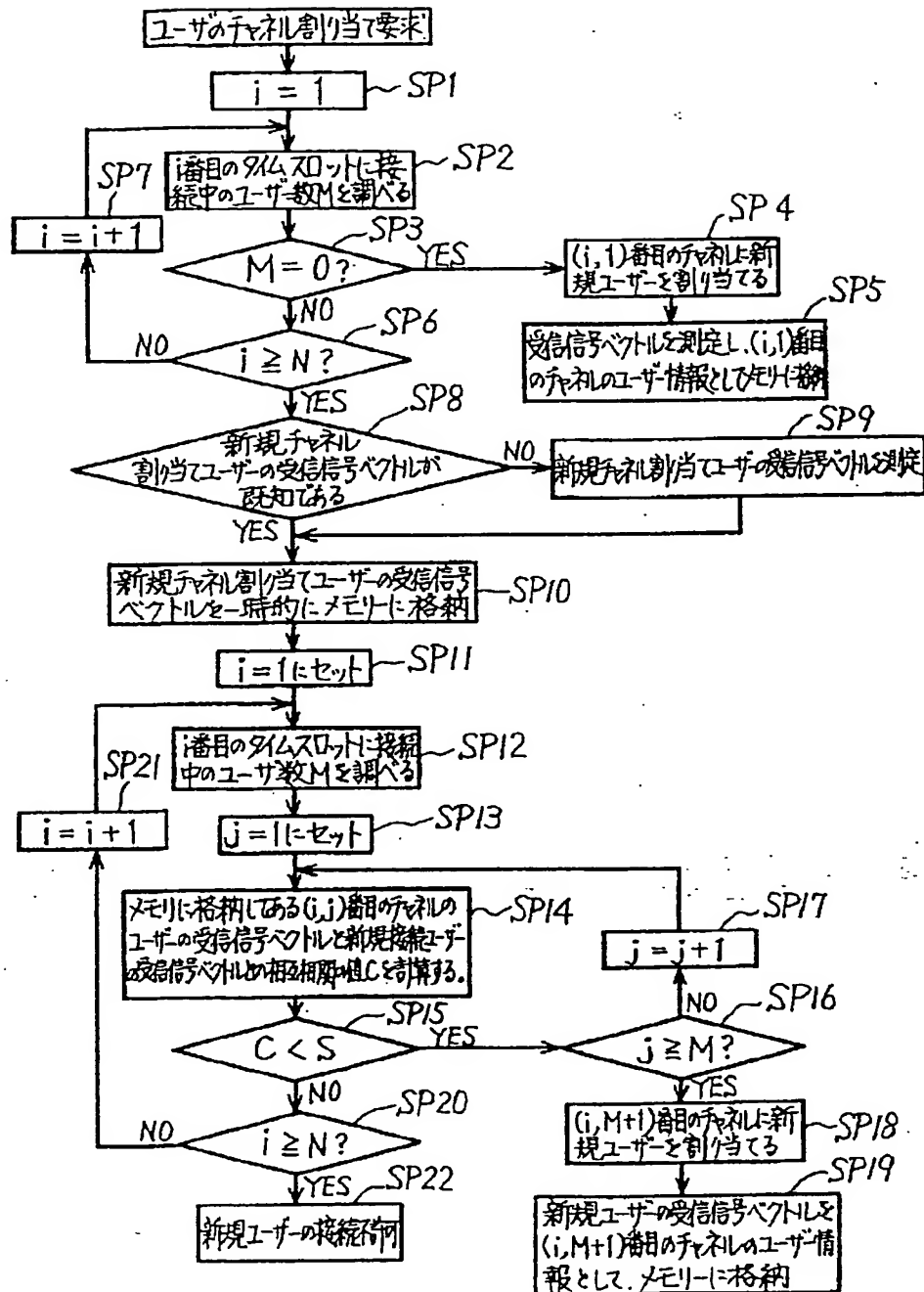
【図6】



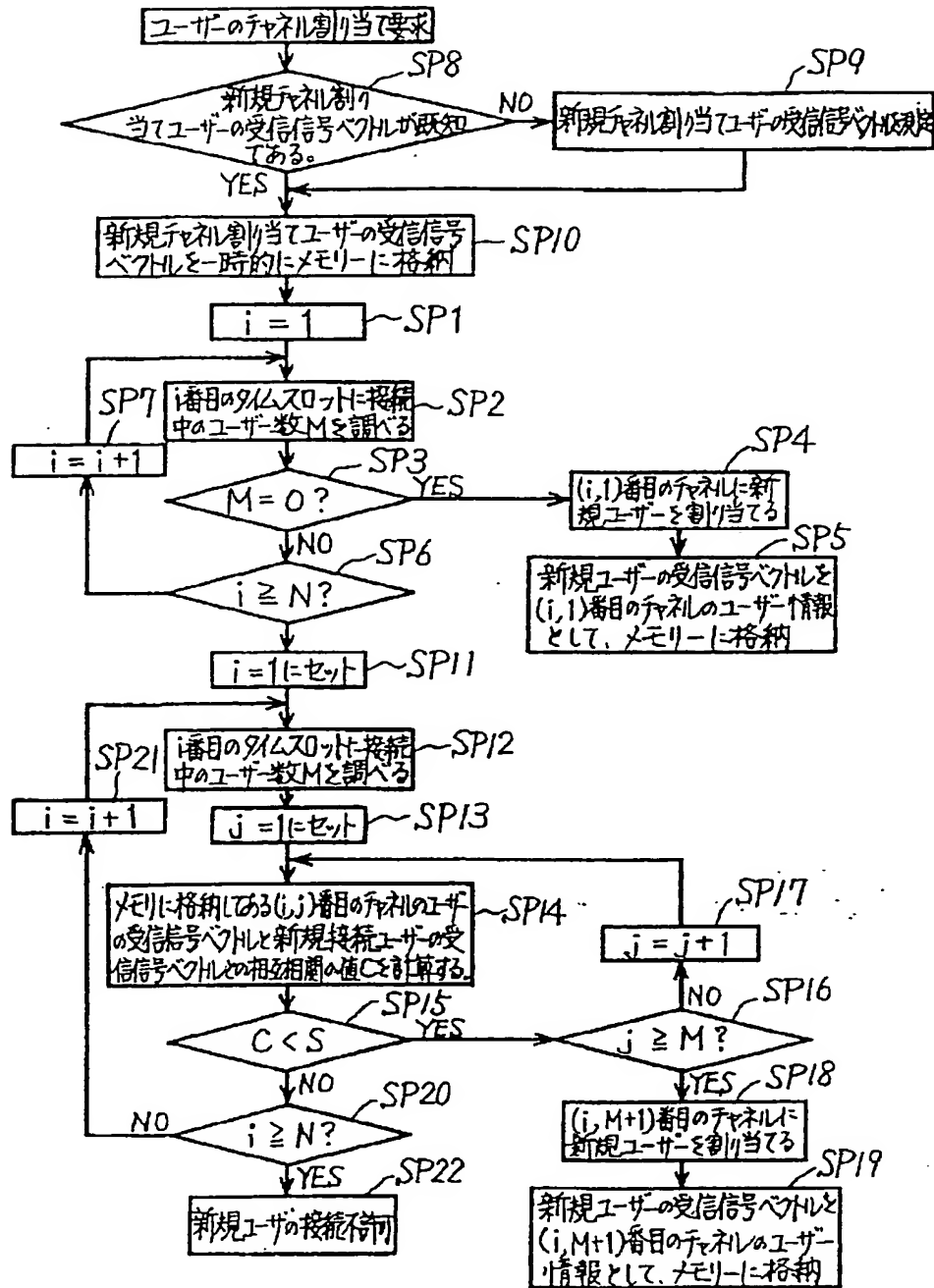
【図31】



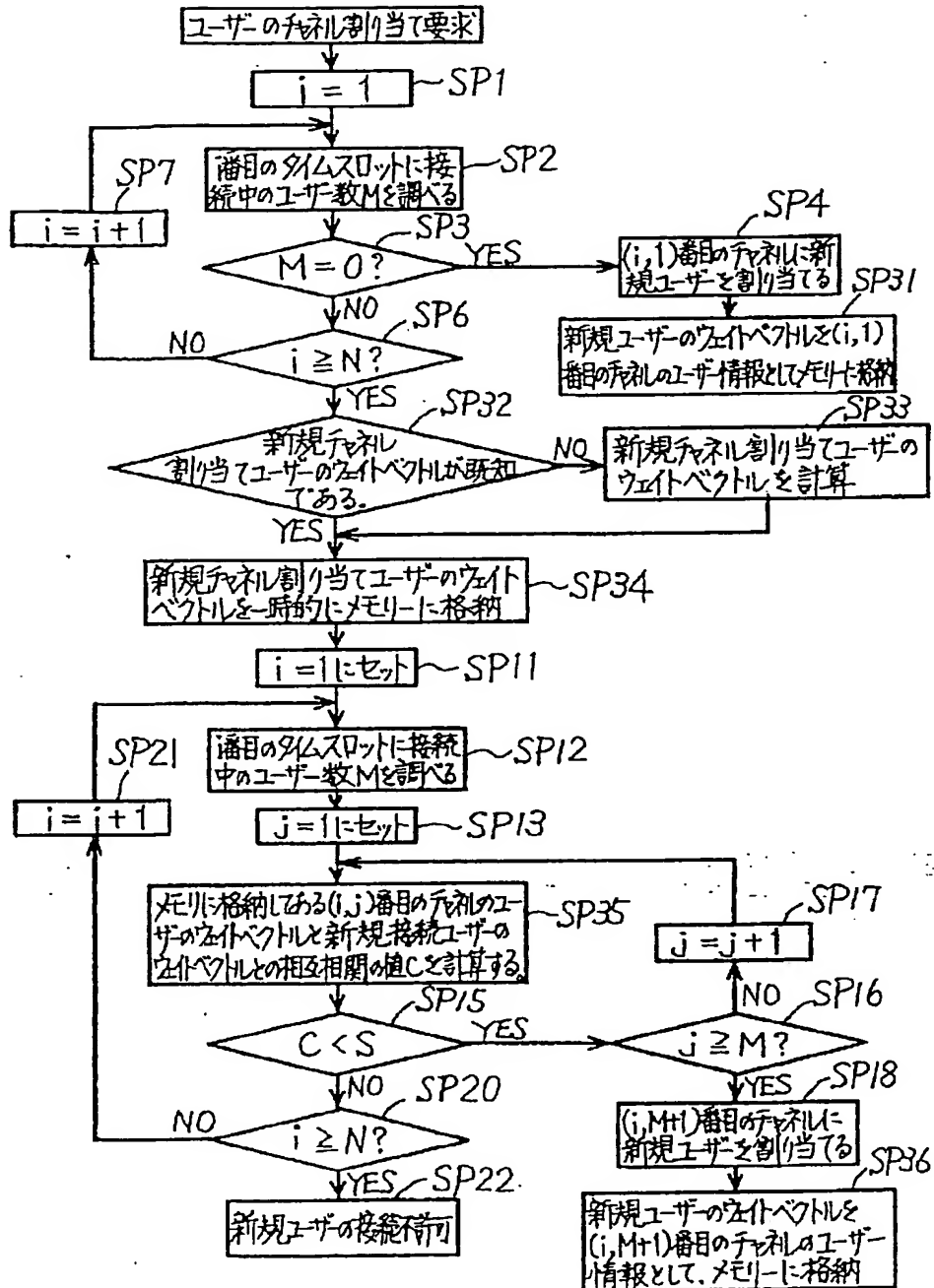
【図7】



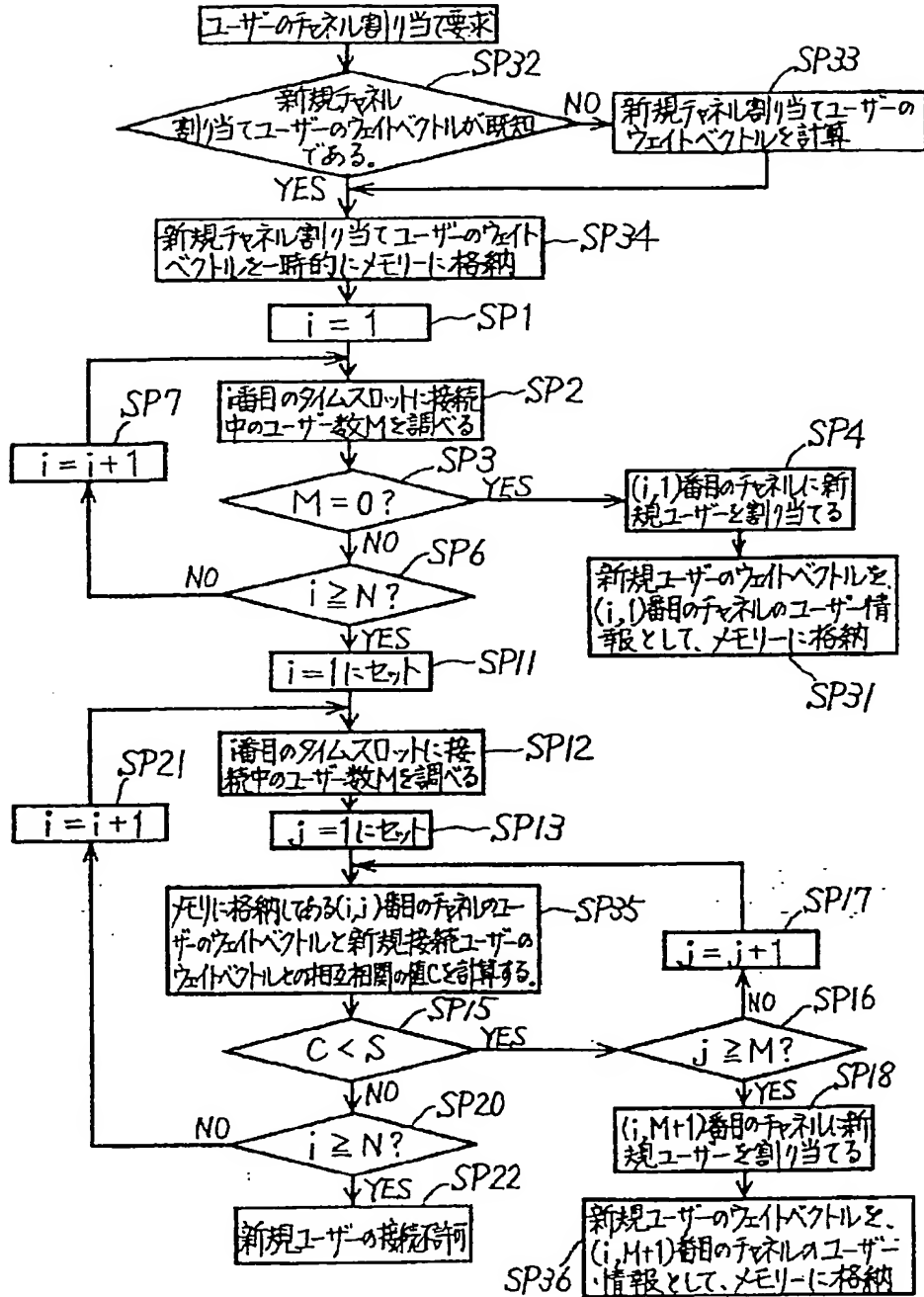
【図8】



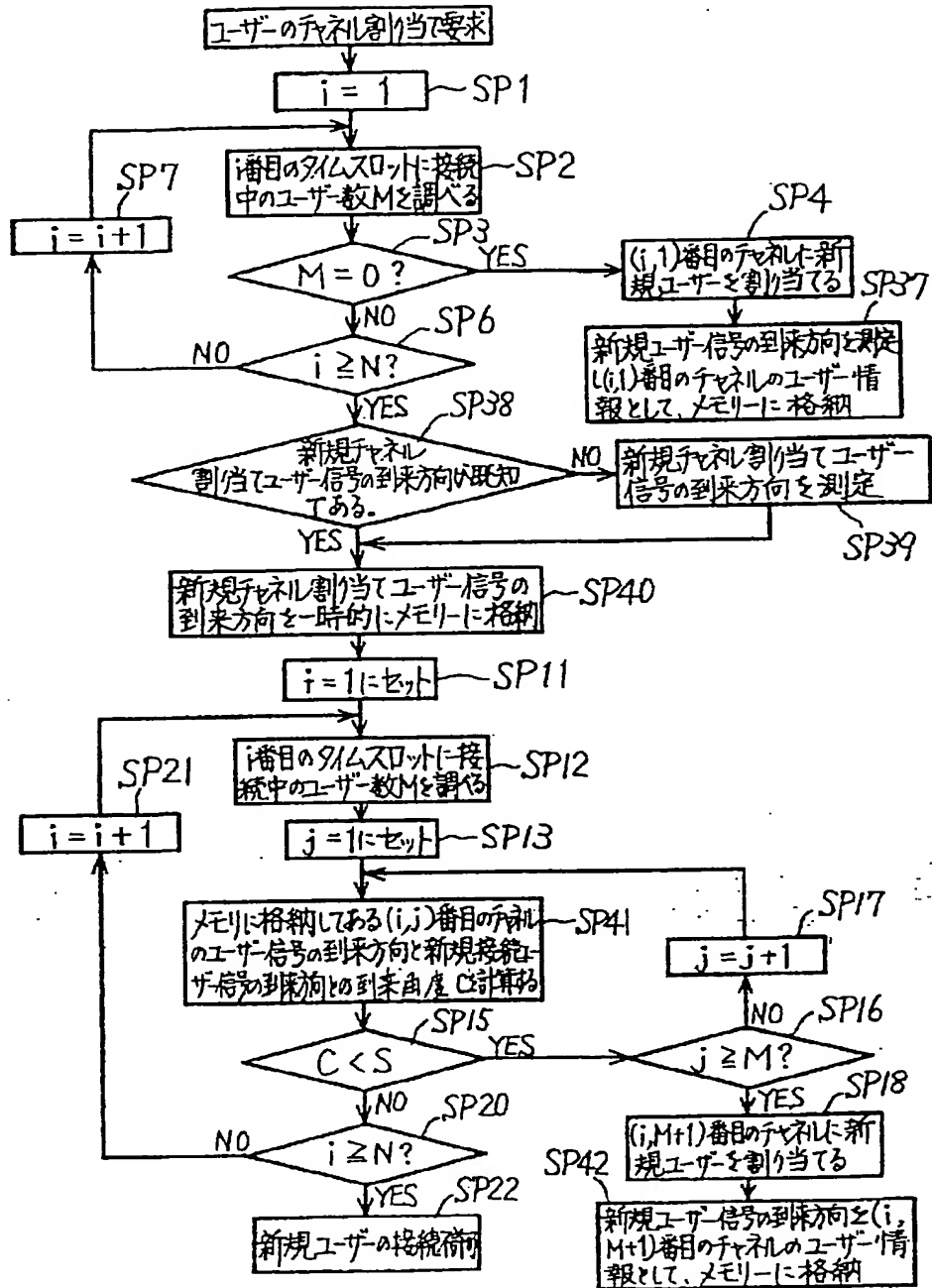
【図9】



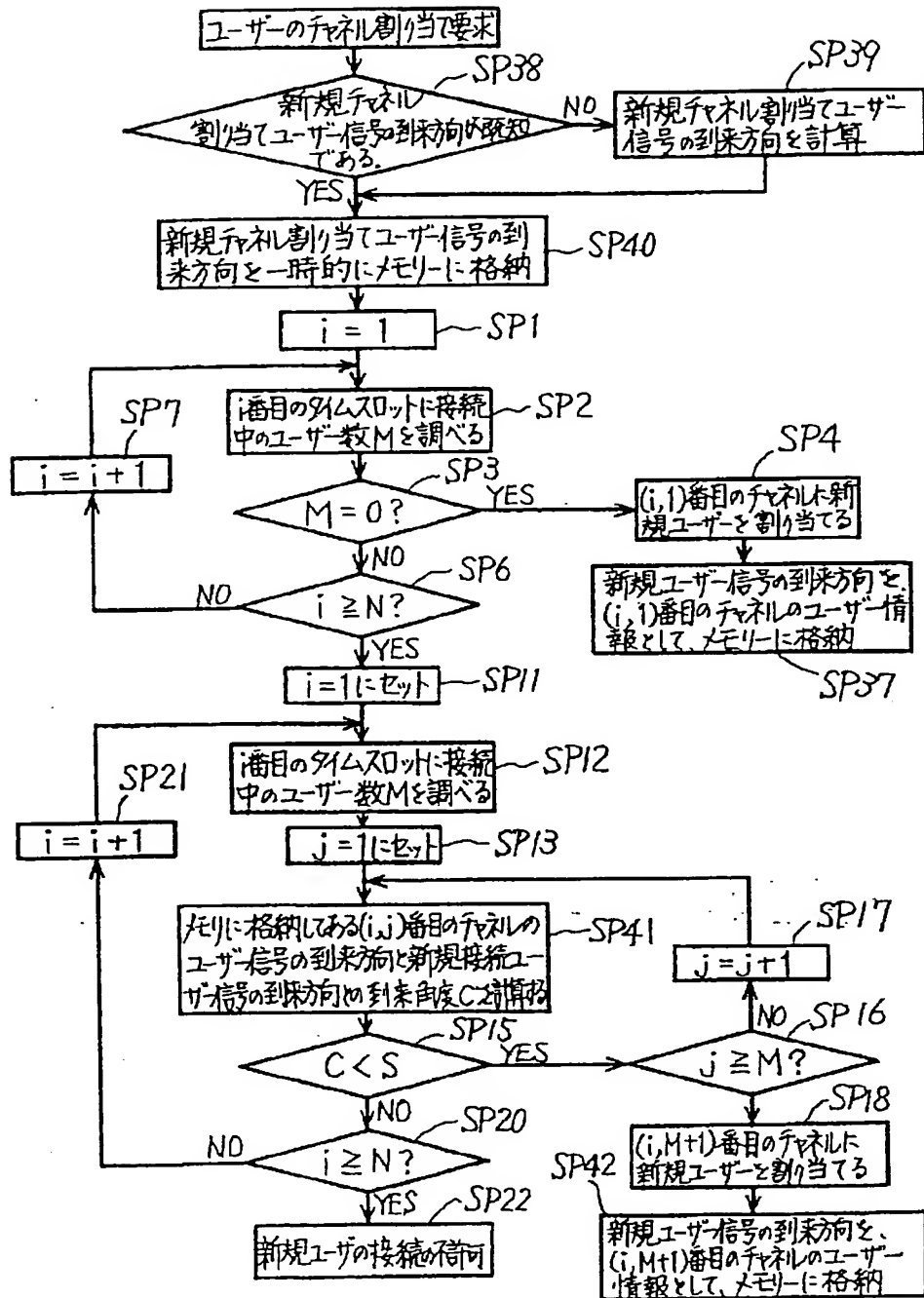
【図10】



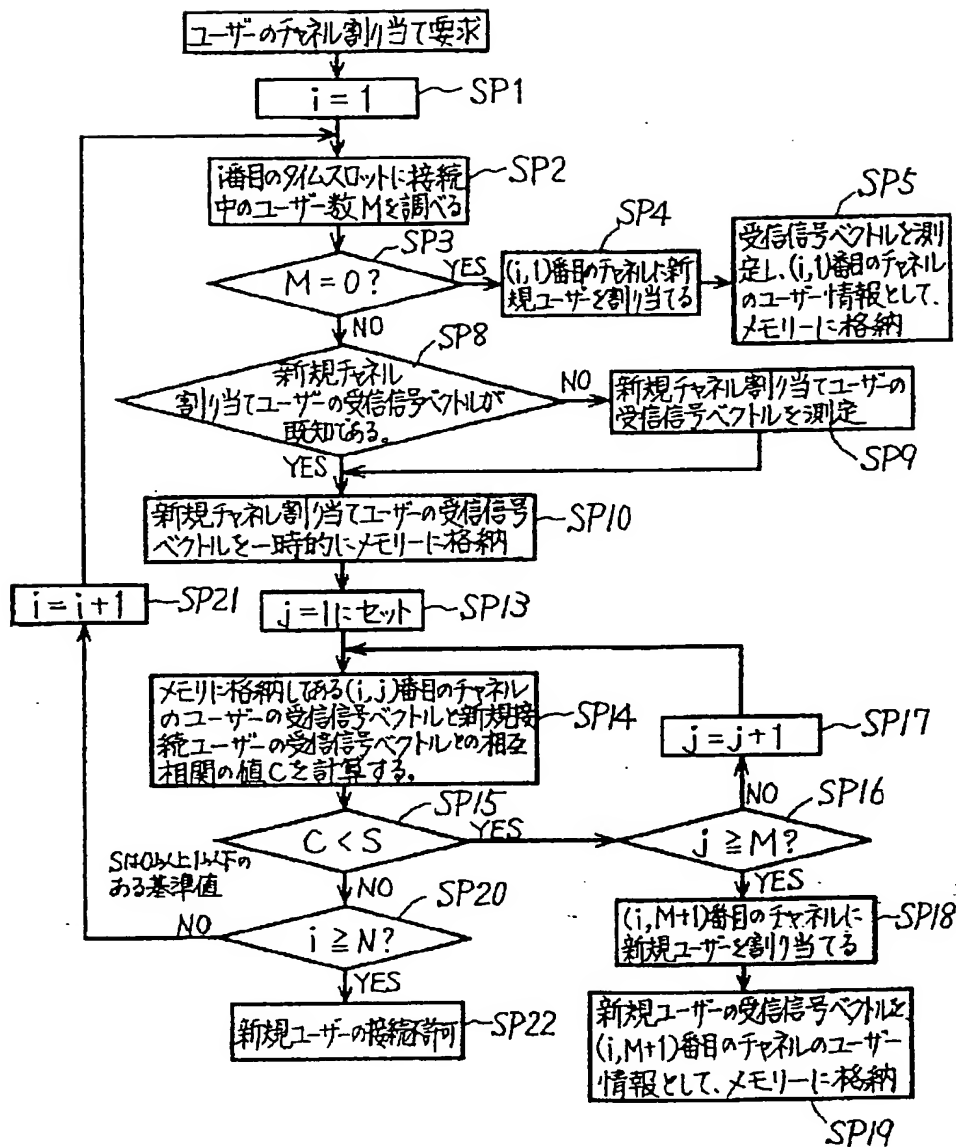
【図11】



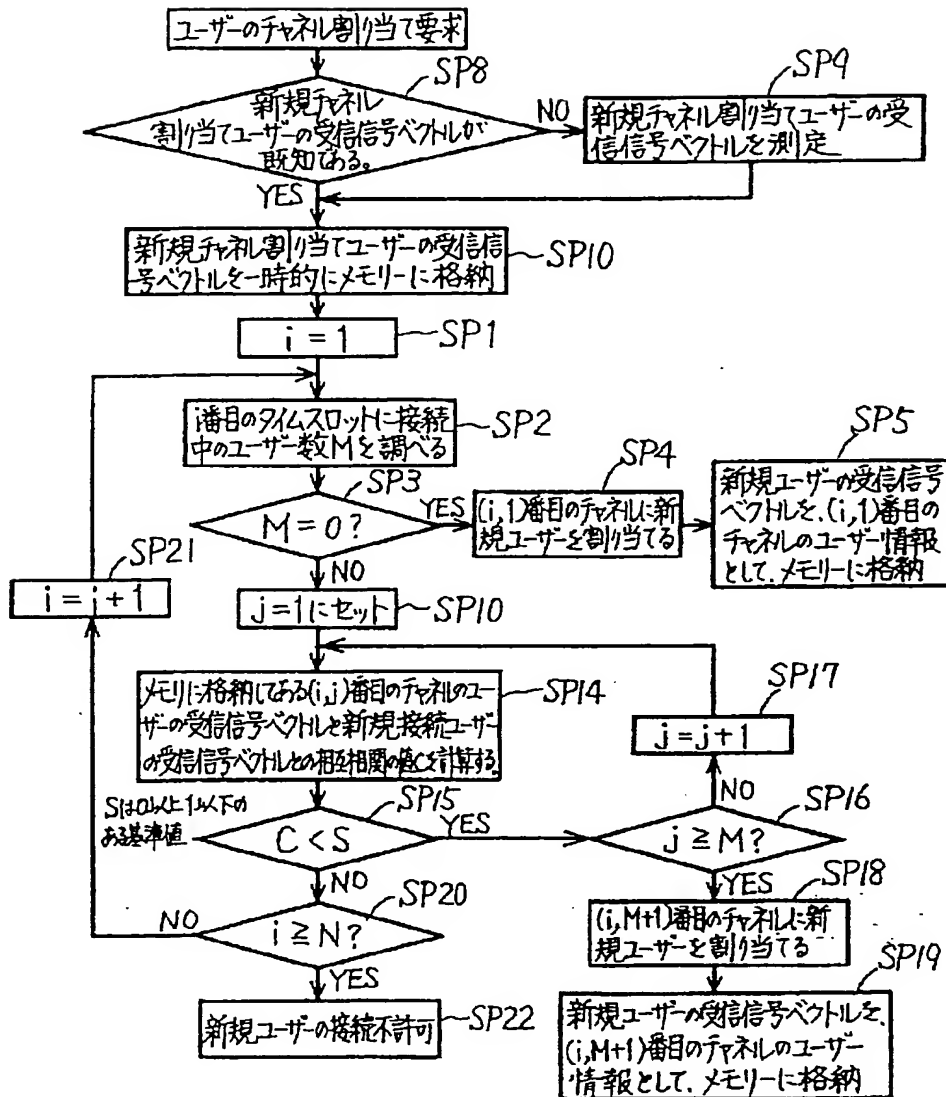
【図12】



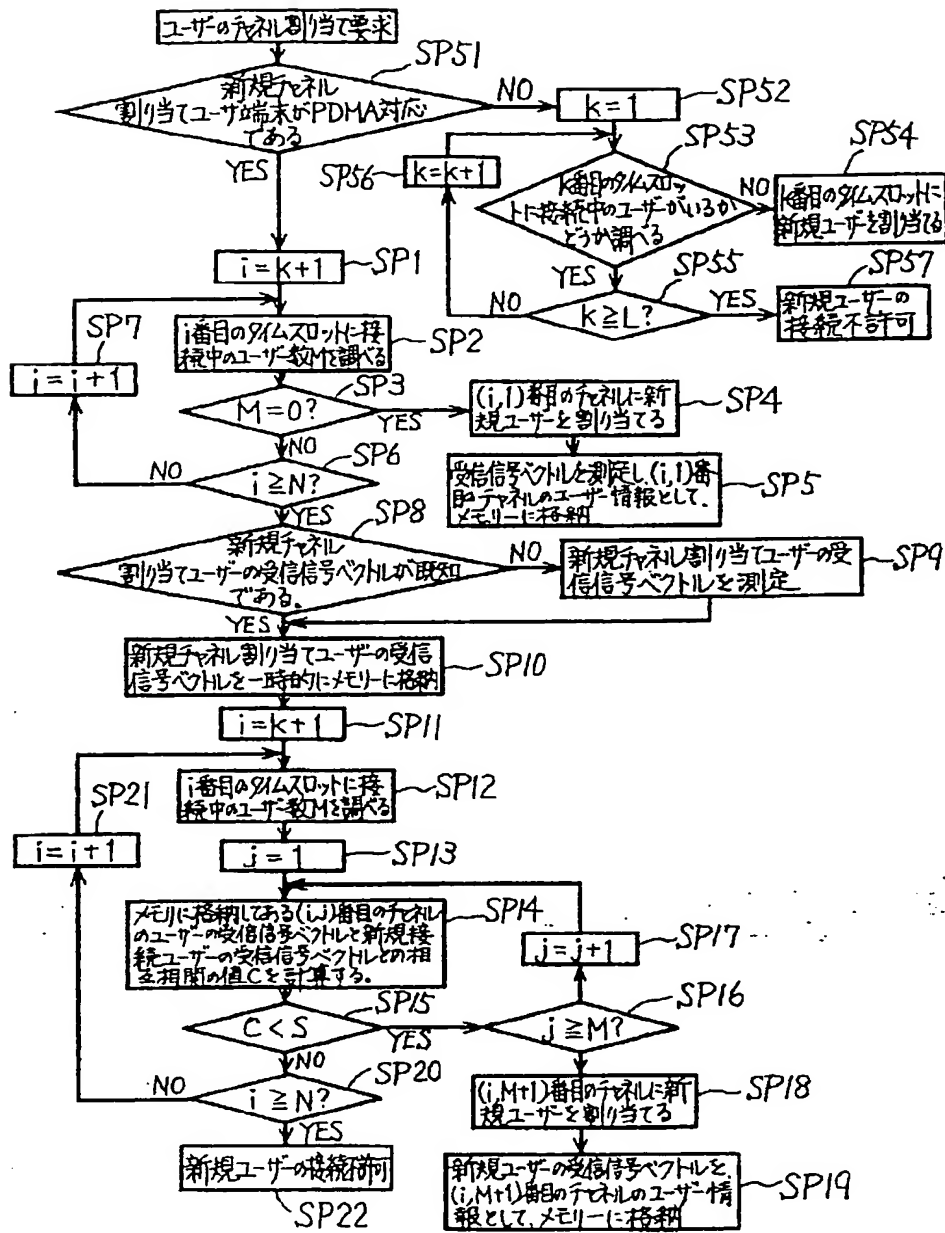
【図13】



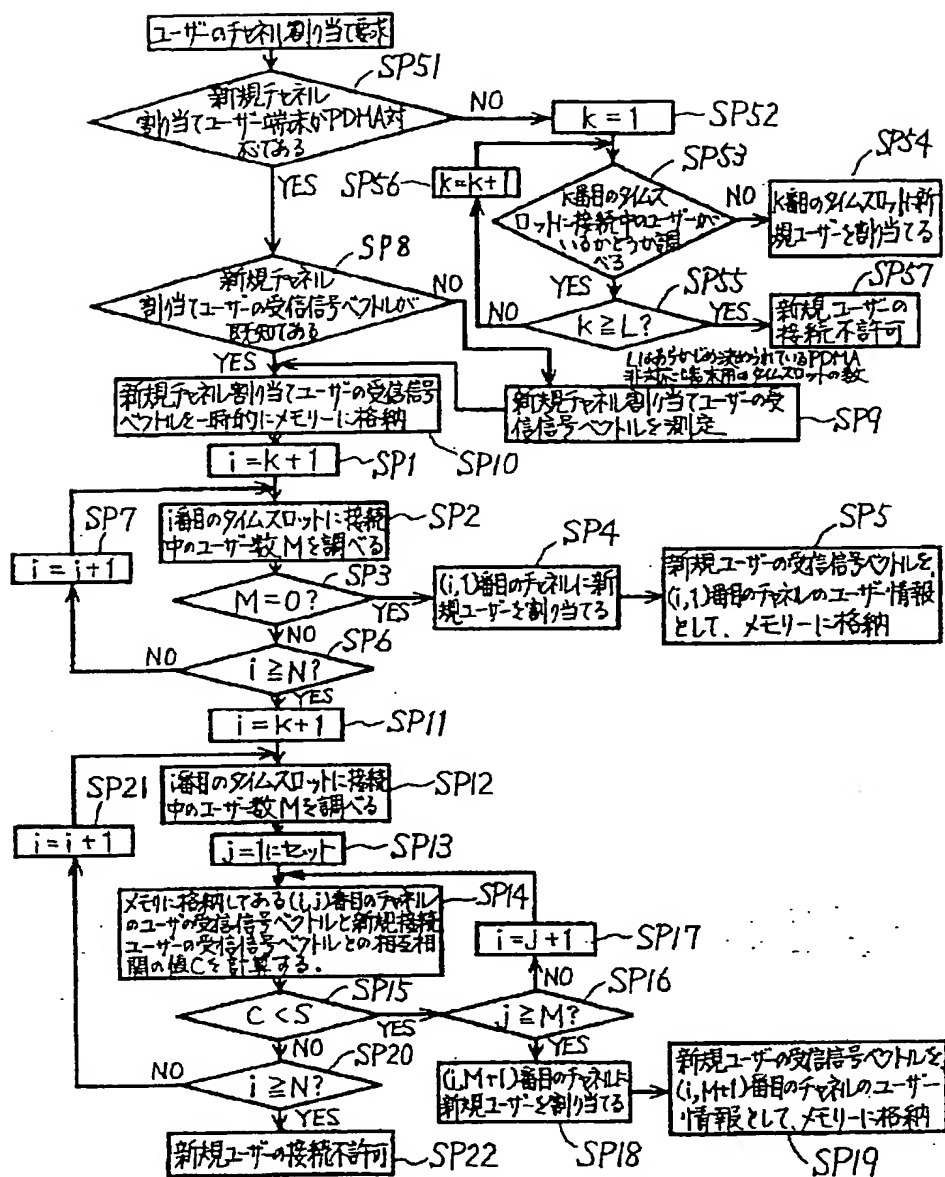
【図14】



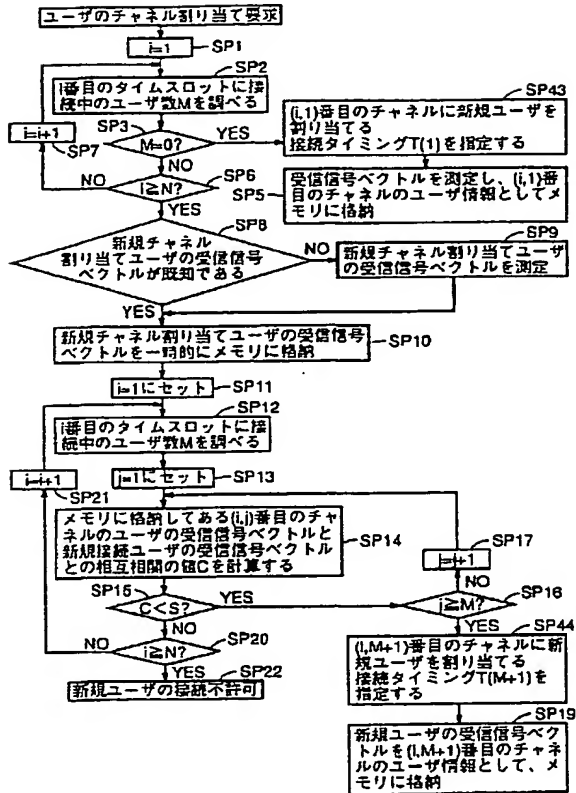
【図15】



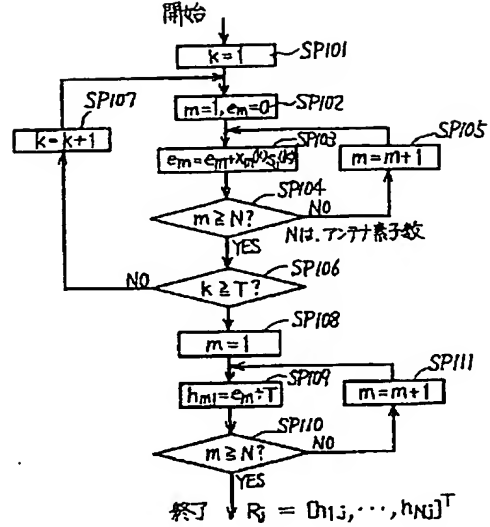
【図16】



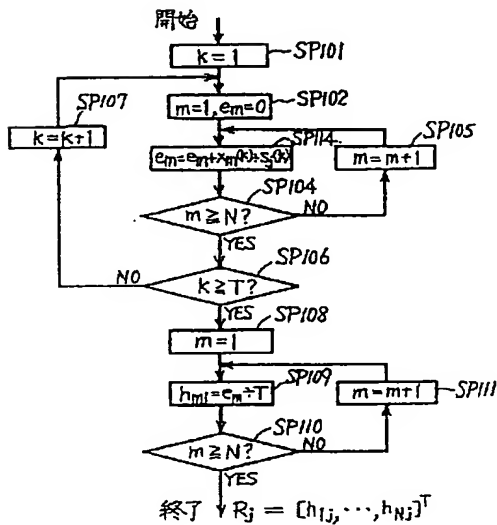
【図17】



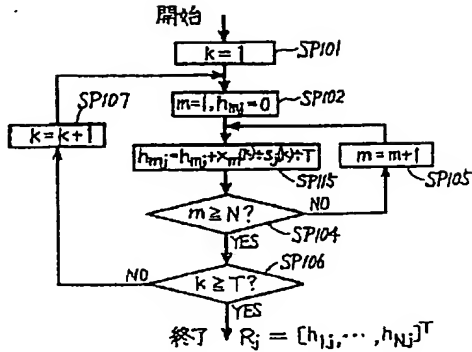
【図30】



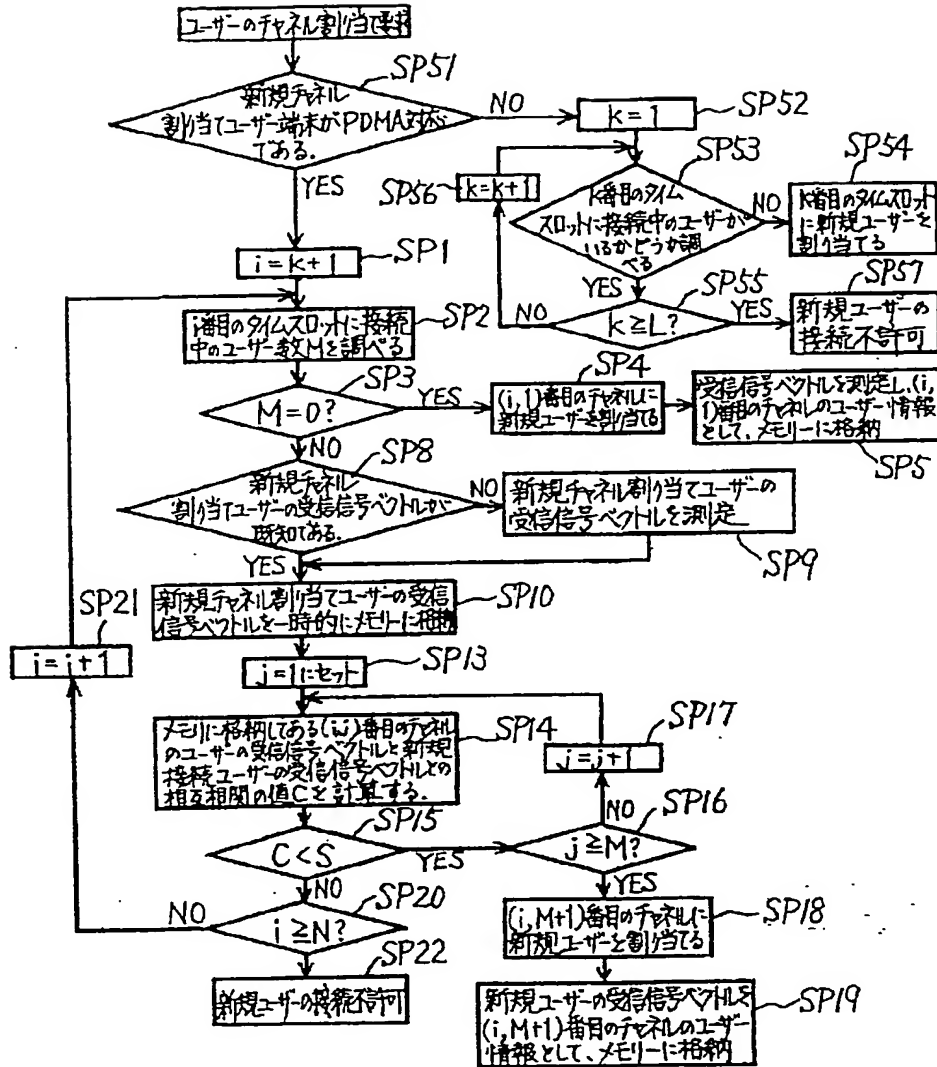
【図32】



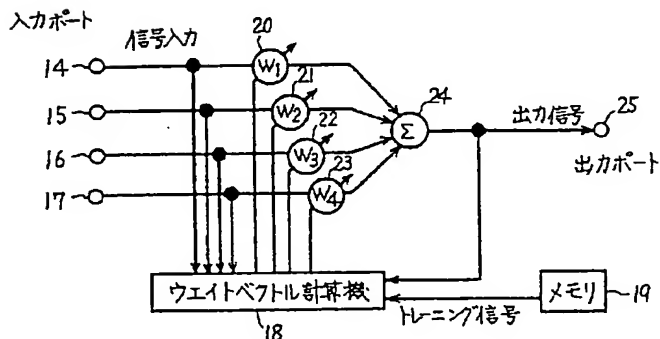
【図33】



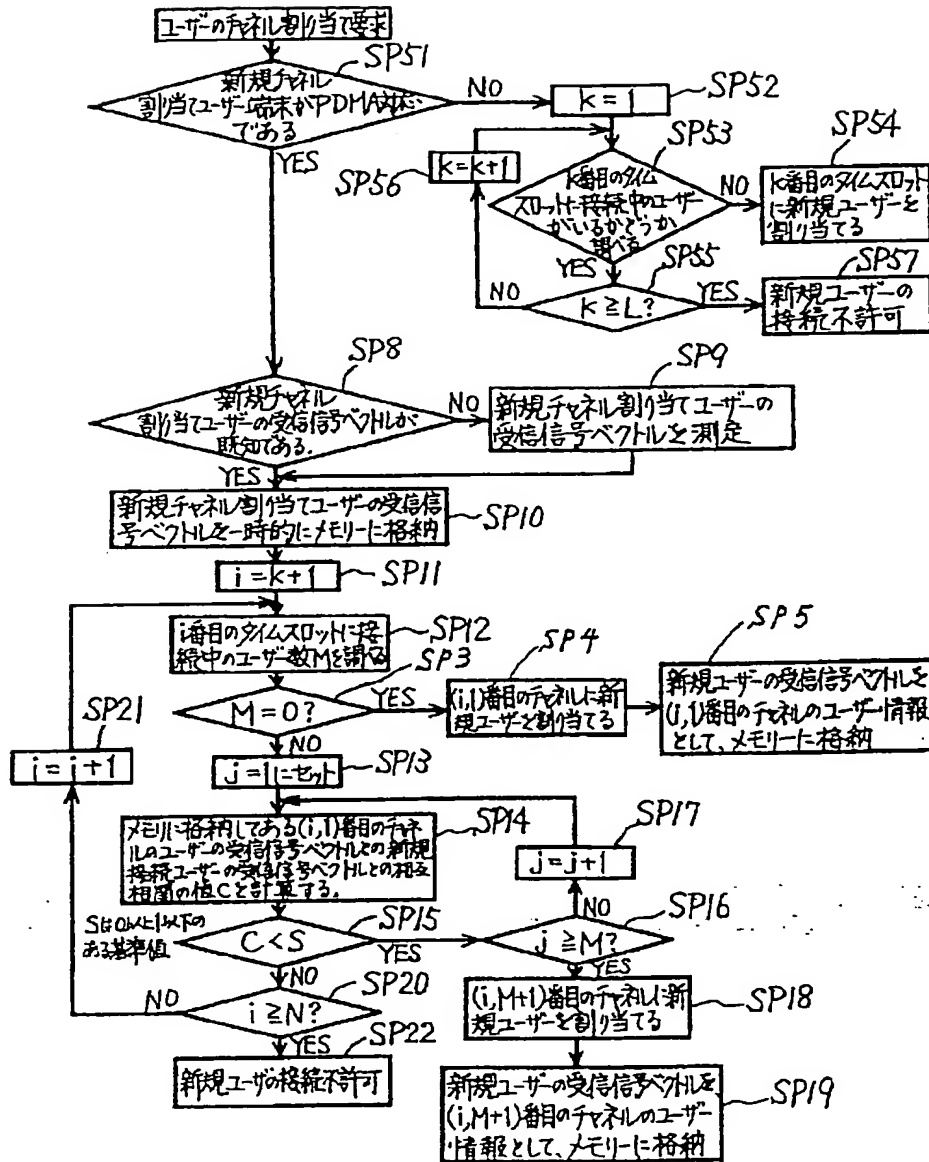
【図18】



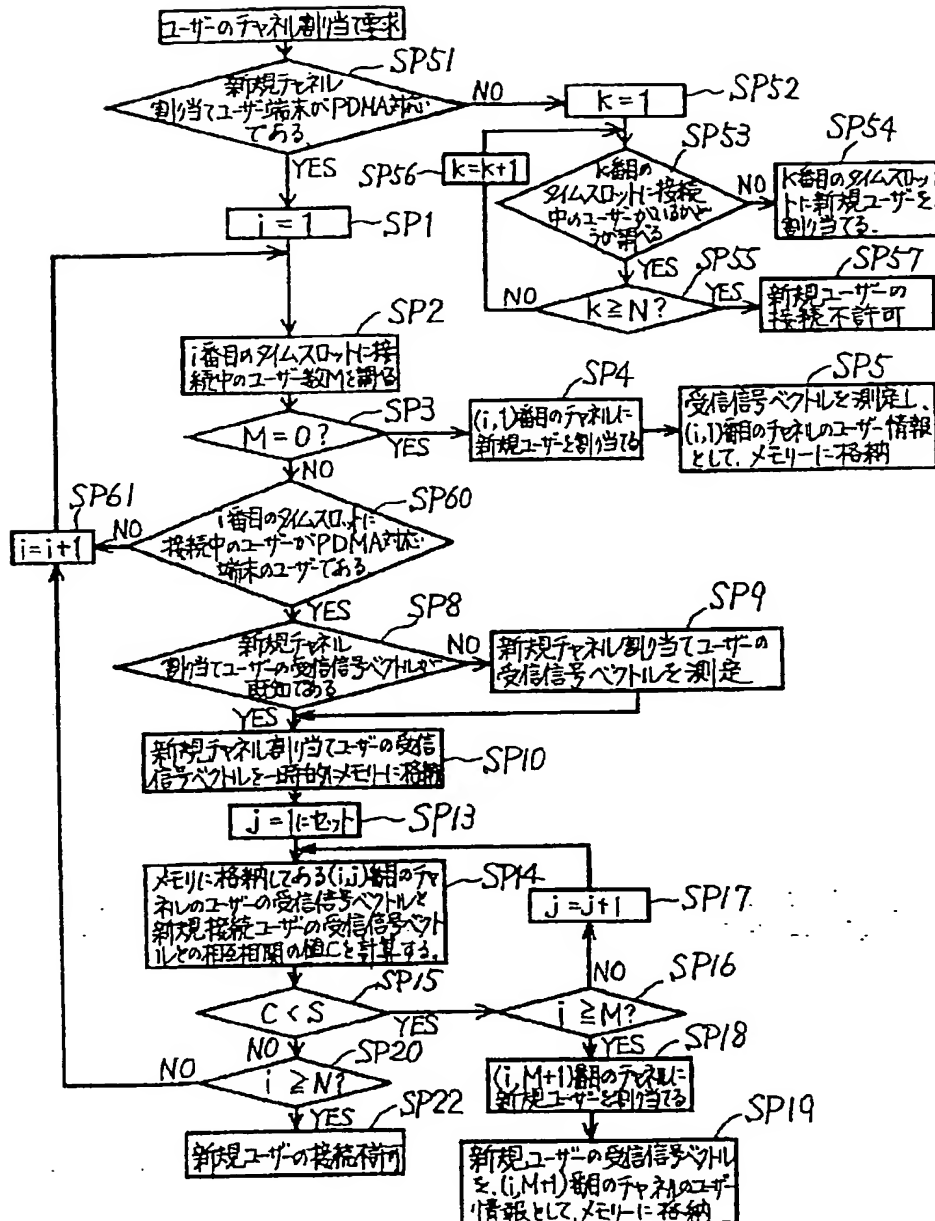
【図40】



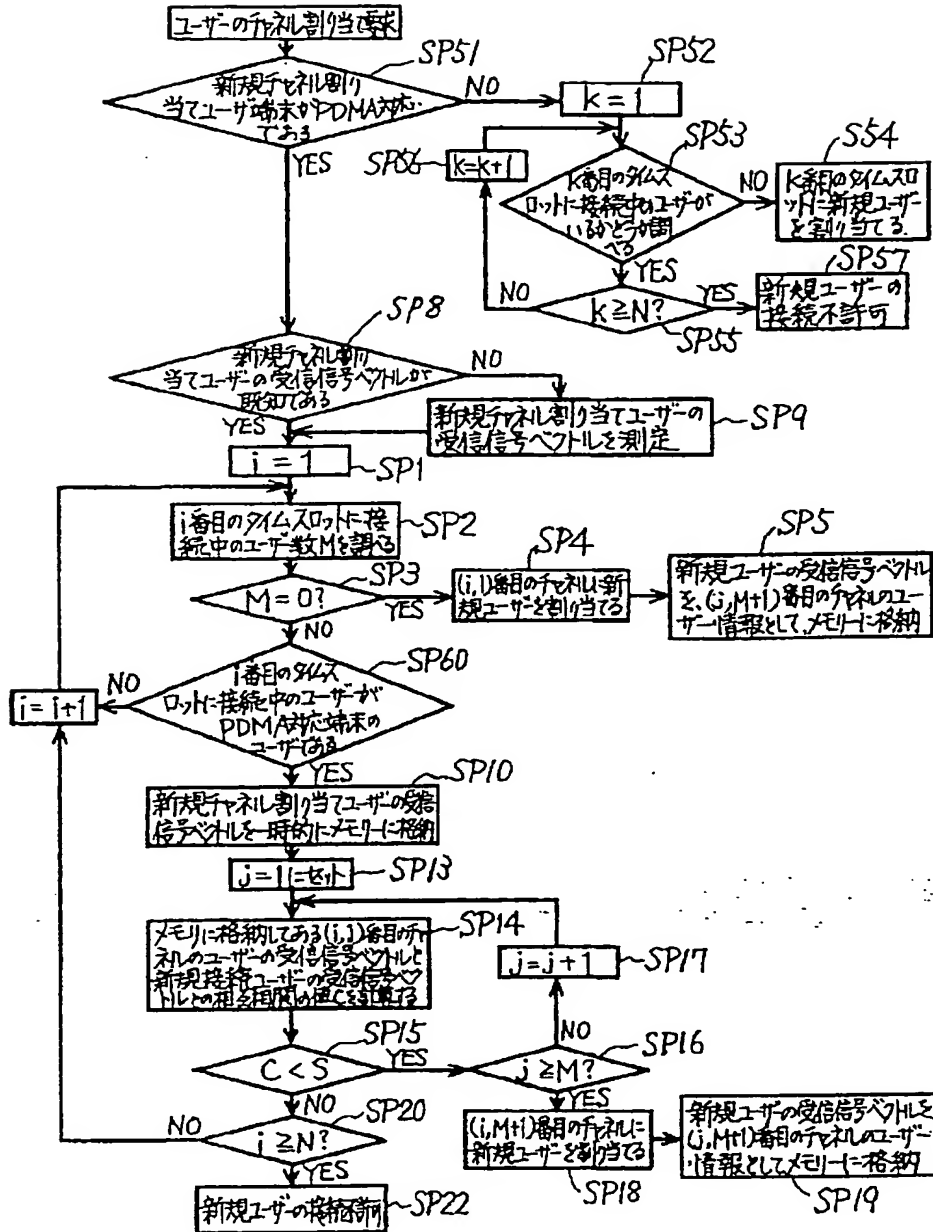
【図19】



【図20】



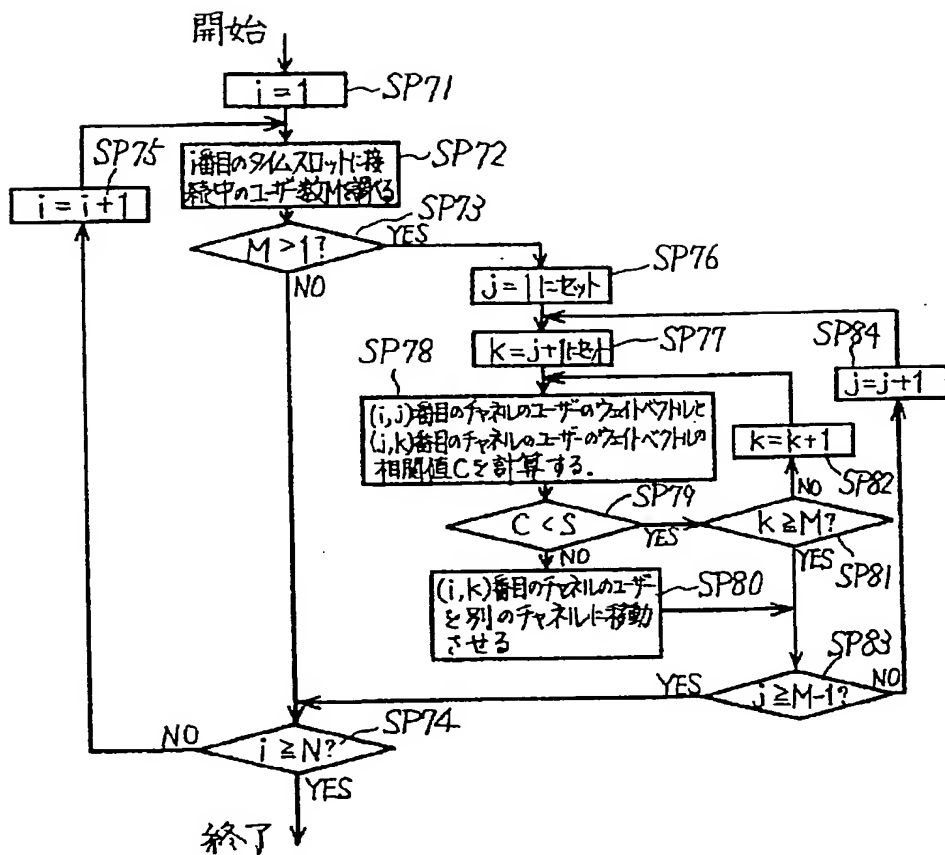
【図21】



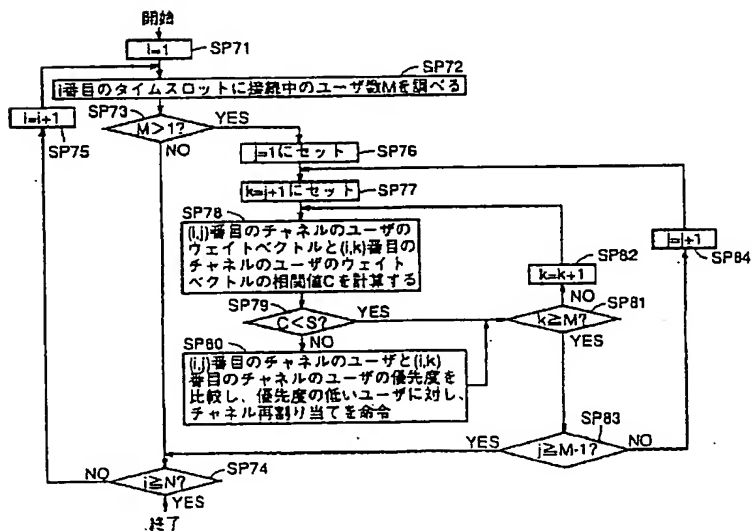
The flowchart illustrates the channel allocation process, starting with an initial step (開始) leading to SP71, where $i = 1$. The process then enters a loop starting at SP72, where the channel time slot number i and the number of channels M are set. At SP73, a decision is made on whether $M > 1$. If YES, the process proceeds to SP76, where $j = 1$ is set, and then to SP77, where $k = j + 1$ is set. At SP78, the channel number (i, j) and the channel number (i, k) are compared to determine the channel number C . At SP79, a decision is made on whether $C < S$. If YES, the process proceeds to SP80, where the channel number (i, k) is set to the channel number C . If NO, the process proceeds to SP81, where a decision is made on whether $k \geq M$. If YES, the process proceeds to SP83, where a decision is made on whether $j \geq M - 1$. If YES, the process proceeds to SP74, where a decision is made on whether $i \geq N$. If YES, the process ends (終了). If NO, the process proceeds to SP75, where $i = i + 1$ is set, and then back to SP72. If NO at SP79, the process proceeds to SP82, where $k = k + 1$ is set, and then back to SP77. If NO at SP81, the process proceeds to SP84, where $j = j + 1$ is set, and then back to SP77. If NO at SP83, the process proceeds to SP85, where $j = j + 1$ is set, and then back to SP77.

[illegible]

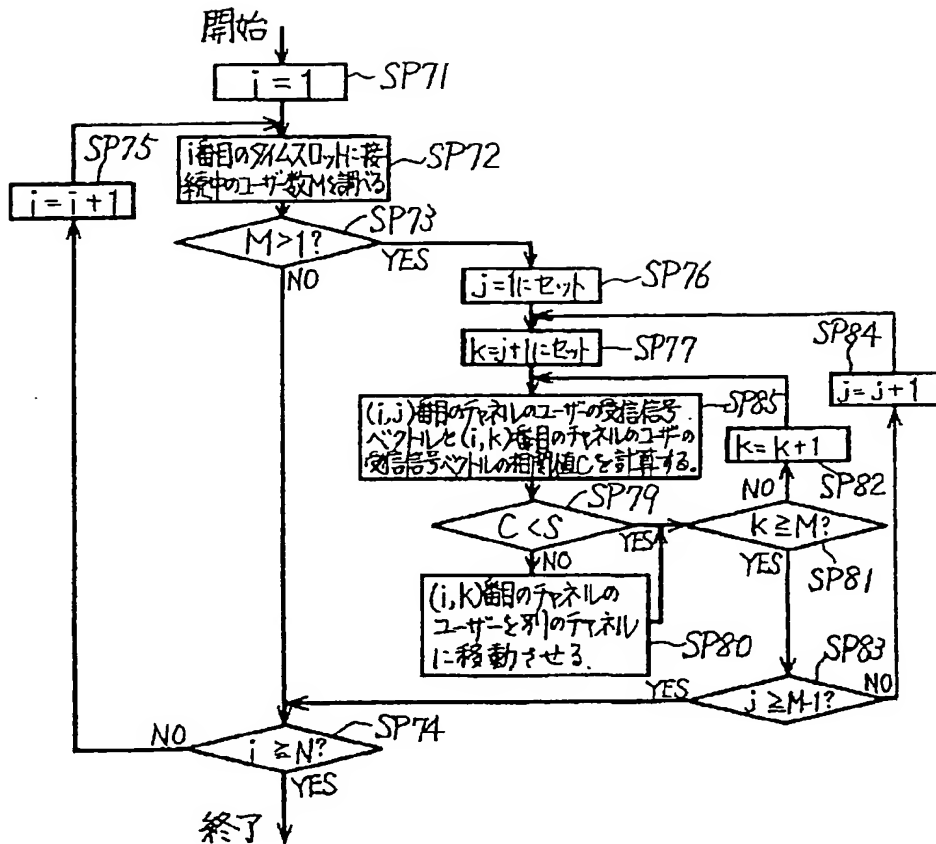
【図23】



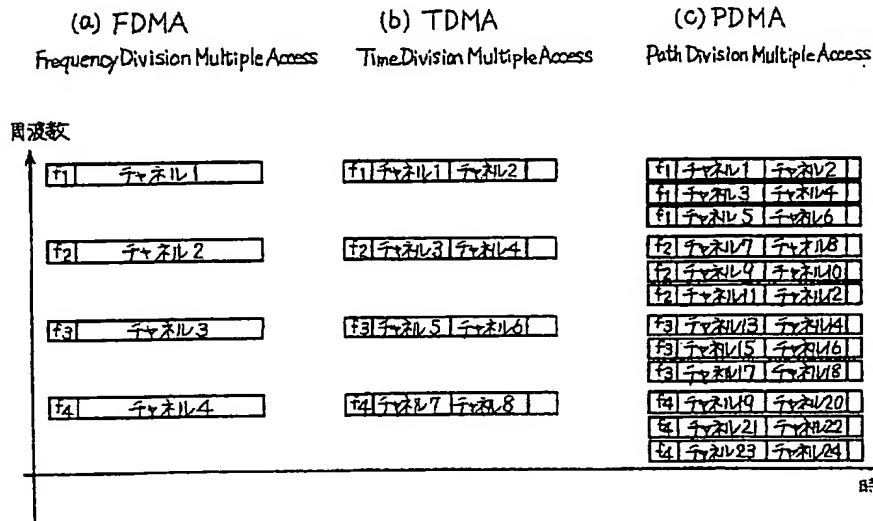
【図37】



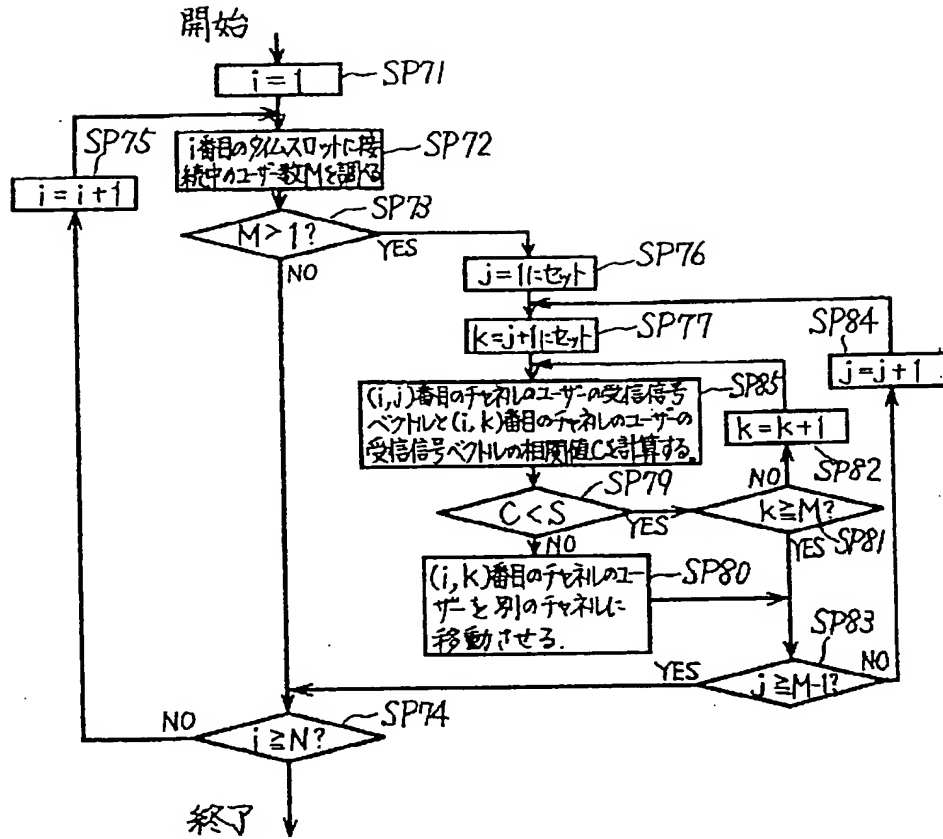
【図24】



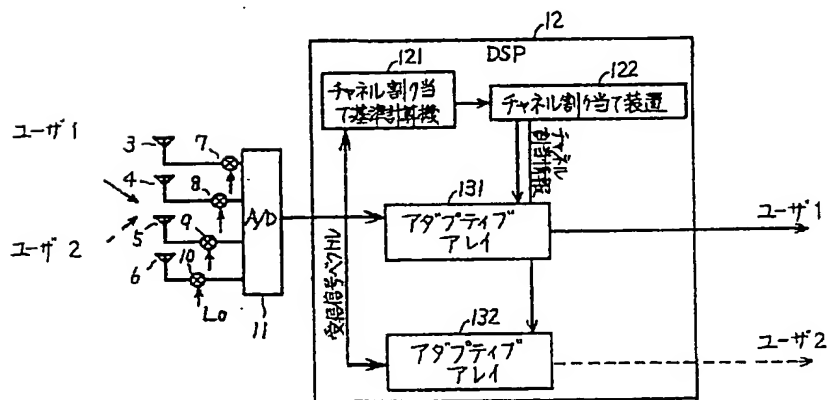
【図38】



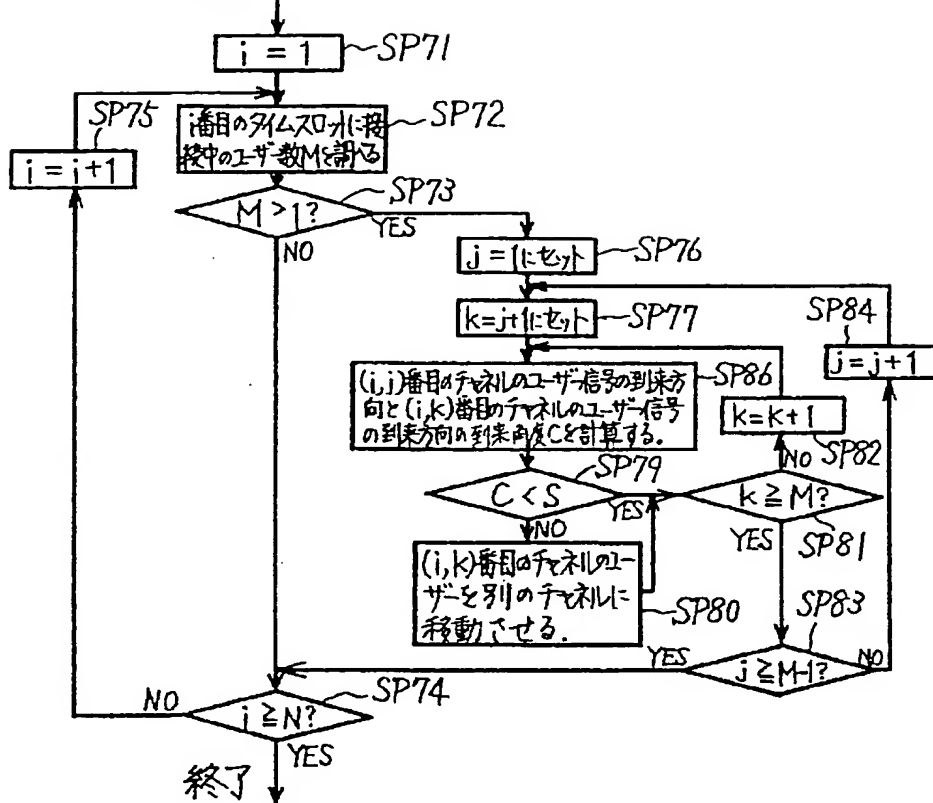
【図25】



【図39】



開始



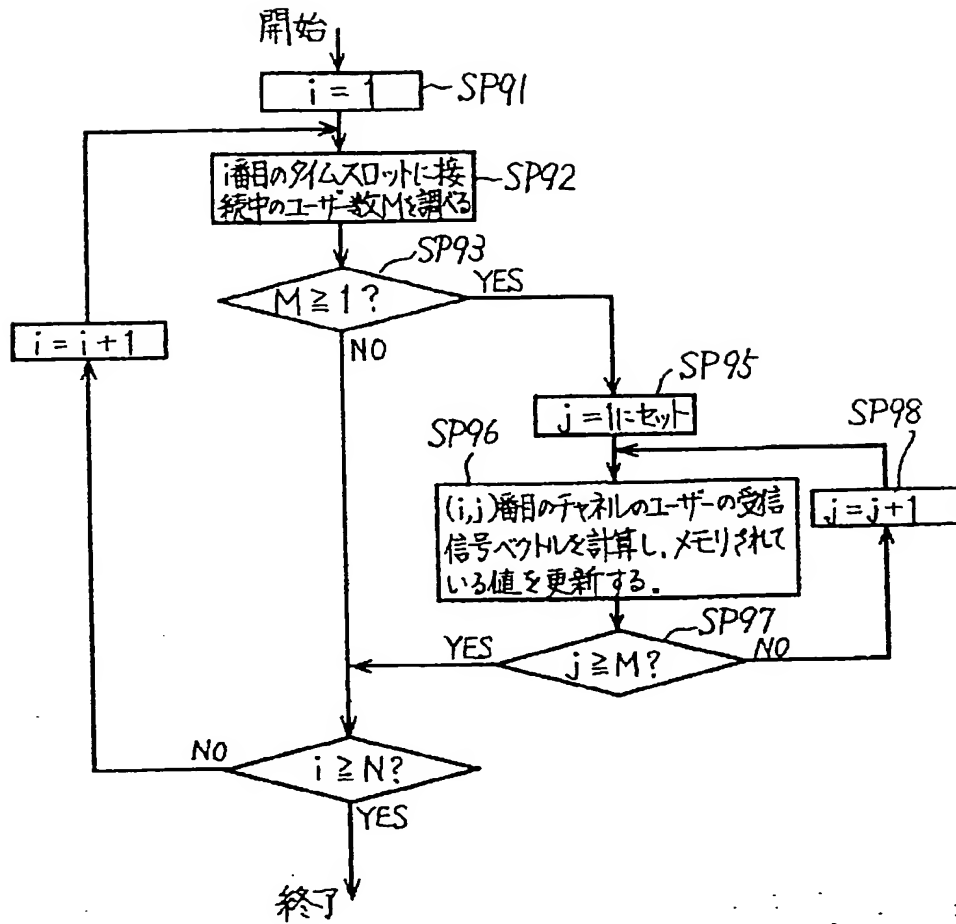
```

graph TD
    Start([開始]) --> SP71[i = 1]
    SP71 --> SP72[番目のタイムスロットで  
観測中のエサ数を調べる]
    SP72 --> SP73{M > 1}
    SP73 -- NO --> SP75[i = i + 1]
    SP75 --> SP73
    SP73 -- YES --> SP76[j = 1にセット]
    SP76 --> SP77[k = j + 1にセット]
    SP77 --> SP84[j = j + 1]
    SP84 --> SP86["(i, j)番目のチャネルのエサ信号の  
到来方向と(i, k)番目のチャネルのエサ  
信号の到来方向の到来角度Cを計算する"]
    SP86 --> SP79{C < S}
    SP79 -- YES --> SP82{k = k + 1}
    SP79 -- NO --> SP80["(i, k)番目のチャネルのエサ  
を別のチャネルに移動  
させる。"]
    SP80 --> SP81{j ≥ M-1?}
    SP82 --> SP82_1{k ≥ M?}
    SP82_1 -- YES --> SP81
    SP82_1 -- NO --> SP84
    SP81 -- YES --> SP73
    SP81 -- NO --> SP83{j ≥ M-1?}
    SP83 -- YES --> SP73
    SP83 -- NO --> SP84
    SP75 --> SP73
    SP73 --> SP75
    SP73 --> SP76
    SP76 --> SP77
    SP77 --> SP84
    SP84 --> SP86
    SP86 --> SP79
    SP79 -- YES --> SP82
    SP79 -- NO --> SP80
    SP80 --> SP81
    SP82 -- YES --> SP81
    SP82 -- NO --> SP84
    SP81 -- YES --> SP73
    SP81 -- NO --> SP83
    SP83 -- YES --> SP73
    SP83 -- NO --> SP84

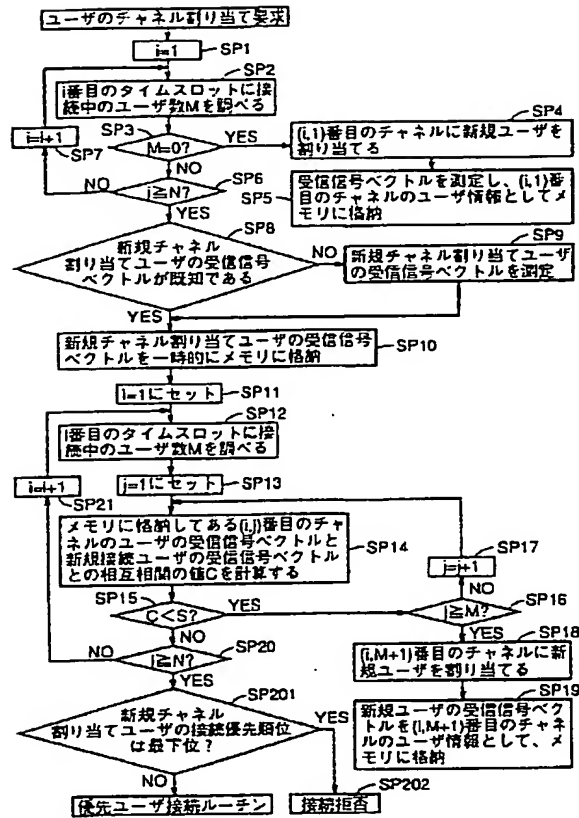
```

The flowchart illustrates the first embodiment of the invention. It begins with a start point (開始) leading to a process box SP91 containing $i = 1$. The flow then enters a loop structure. A decision diamond SP92 asks $M \geq 1?$. If YES, it proceeds to a process box SP93. If NO, it proceeds to a decision diamond SP94. SP94 asks $M \geq 2?$. If YES, it proceeds to a process box SP95 containing $j = 1$ is set. If NO, it proceeds to a process box SP96 containing $j = j + 1$. Both SP95 and SP96 lead to a process box SP97 containing (i, j) th element of the user's received signal vector is calculated, memory is updated. SP97 leads to a decision diamond SP98 asking $j \geq M?$. If YES, it proceeds to a process box SP99 containing $(i, 1)$ th element of the user's received signal vector is calculated, memory is updated. If NO, it proceeds to a decision diamond SP100 asking $i \geq N?$. If YES, it proceeds to an end point (終了). If NO, it proceeds to a process box SP101 containing $i = i + 1$, which loops back to the entry point of SP92.

【図29】



【図35】



【図36】

